

---

# GUIA PARA EL DISEÑO Y USO DE SUJECIONES DE CARGA EN EL AUTOTRANSPORTE

Instituto Mexicano del Transporte  
Secretaría de Comunicaciones y Transportes

Publicación Técnica No. 113  
Sanfandila, Qro. 1999

---

INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE  
SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

**Guía para el diseño y uso de  
sujeciones de carga en el  
autotransporte**

Publicación Técnica No. 113  
Sanfandila, Qro., 1999

---

## Presentación

---

Este documento fue elaborado por Jorge Antonio Ramirez Lara, Alejandro Lozano Guzmán, Angélica del Valle Moreno, José Ricardo Hernández Jiménez y José Antonio Romero Navarrete, bajo la coordinación de Alejandro Lozano Guzmán.

Se contó con el apoyo del Coordinador de Equipamiento para el Transporte, Dr. Miguel Martínez Madrid, para la publicación de este trabajo, y la autorización, por parte de *Commonwealth of Australia*, para emplear material contenido en el trabajo titulado en Inglés "***Load restraint guide: guidelines for the safe carriage of loads on road vehicles***", que fue elaborado por la *Federal Office of Road Safety* (Australia) y el *National Road Transport Commission* (Australia), y publicado por AGPS (*Australian Government Publishing Service*), en Canberra, Australia, en el año de 1994.

# Indice

---

Resumen.	VII
Abstract.	IX
Resumen ejecutivo.	XI
<b>1. Introducción.</b>	<b>1</b>
<b>2. Fundamentos.</b>	<b>3</b>
2.1 Aplicación y Alcance.	3
2.2 Disposiciones Generales y principios guía.	3
2.3 Criterios para el funcionamiento.	3
<b>3. Métodos de sujeción de carga en el Autotransporte</b>	<b>7</b>
3.1 Sujeción directa.	7
3.2 Carga contenida.	9
3.3 Aseguramiento.	9
3.4 Carga sujeta.	10
3.5 Combinación de sujeciones directa e indirecta	10
3.6 Diseño para sujeción de la carga por fricción.	12
3.6.1 Amarres fijados a la carga.	12
3.6.2 Amarres no fijados a la carga.	12
3.6.3 Fricción.	13
3.7 Diseño para cargas contenidas y aseguradas.	14
3.8 Diseño para sujeción directa.	14
<b>4. Elementos y componentes para sujeción de carga.</b>	<b>17</b>
4.1 Estructura del vehiculo y puntos de anclaje.	17
4.2 Plataformas.	18
4.3 Cajas cerradas, cajas con accesos laterales y cajas de volteo.	19
4.4 Sujetadores o amarres.	20
4.5 Tensores y conectores de los amarres.	23
4.6 Ensamblés con bandas.	24
4.7 Ensamblés a base de cadenas.	24
4.8 Cables y eslingas.	25
4.9 Cables de material sintético y sus conectores.	25
4.10 Flejes.	25
4.11 Mordazas y seguros.	26
4.13 Tablas de selección de amarres (cuántos y de qué resistencia)	27

---

<b>5. Necesidades específicas por tipo de mercancía.</b>	<b>37</b>
5.1 Carga en general.	37
5.2 Madera y productos de madera.	41
5.3 Productos metálicos.	49
5.4 Tubería.	61
5.5 Rollos y carretes.	65
5.6 Carga sobre tarimas.	68
5.7 Carga en pacas.	71
5.8 Cargas de materiales sueltos (graneles).	76
5.9 Transporte de contenedores, tanques y casas portables.	79
5.10 Vehículos y equipos móviles.	87
<b>6. Lo que se debe hacer y lo que no se debe hacer.</b>	<b>103</b>

## Resumen

---

En este trabajo se presentan un conjunto de recomendaciones para la sujeción segura de la carga a los vehículos donde es transportada. Las recomendaciones se refieren tanto a la carga que se transporta como piezas sueltas como a aquella que consiste de materiales a granel, ya sea en estado líquido o sólido.

Los diferentes métodos de sujeción de la carga que se presentan, incluyen el empleo de elementos de amarre que se fijan a la carga, ya sea para empujarla hacia abajo y de esta manera incrementar la fricción entre la carga y la plataforma del vehículo, o para sujetarla directamente a la estructura del mismo.

De las recomendaciones presentadas resalta la importancia que tiene el manejo seguro de la carga para los choferes, propietarios, compañías operadoras de transporte, los consignatarios de la carga y para los fabricantes y proveedores de equipo de transporte. De esta manera, para un transporte seguro de carga se requiere seleccionar cuidadosamente los métodos y elementos de sujeción a emplear, según el tipo de carga, vehículo, duración del recorrido y condiciones del camino.

## Abstract

---

This work presents a set of guidelines which should be followed to ensure the safe carriage of loads. These guidelines refer to loads transported as separated pieces, as well as bulk loads, either in liquid or solid form.

The different load restrain methods presented, include the use of restrain devices allowing an increase of friction between load and vehicle's platform, and the use of these devices to fix loads directly to the carrying vehicle.

The guidelines presented underline the outstanding effects of safe load restrain practices on safe load transportation by drivers, vehicle owners, operators, freight consignatories and equipment manufacturers and suppliers. Likewise, type of load, type of vehicle, transportation time and road conditions are to be taken into account to carefully choose load restrain methods.

## Resumen ejecutivo

---

La importancia de aplicar técnicas probadas para la fijación y contención de la carga durante su transporte, se deriva de las consecuencias que el movimiento o caída de ésta puede tener sobre el vehículo mismo que la transporta, sobre la infraestructura y/o sobre otros usuarios de ésta. Mientras que el movimiento de la carga puede incluso provocar el vuelco del vehículo que la transporta, la caída de la carga puede tener distintos niveles de afectación para la infraestructura y demás usuarios, que van desde las molestias por los polvos desprendidos de cargas a granel, hasta los muy graves accidentes producto del desprendimiento de cargas voluminosas.

Teniendo como objetivo presentar una serie de recomendaciones acerca del diseño y uso de los elementos de sujeción de la carga en los vehículos automotores de transporte, en este trabajo se presenta primeramente una perspectiva de los fundamentos de la sujeción de carga, describiendo los criterios para la aplicación del documento y los parámetros fundamentales asociados a la sujeción de la carga.

Posteriormente, se discuten los métodos de sujeción de la carga, incluyendo los indirectos, los cuales emplean como componente importante a la fricción entre la carga y la plataforma de los vehículos; y los directos, que involucran ya sea la sujeción de la carga a la estructura del vehículo o el uso de equipos contenedores. Se discuten asimismo los conceptos de carga contenida, asegurada y sujeta, como variantes de los métodos directo e indirecto de sujeción. Las diferentes técnicas aplicadas para los distintos tipos de carga, son descritas y se discuten las particularidades de la aplicación de los componentes específicos de sujeción. Atendiendo los elementos específicos que intervienen en la sujeción de la carga, cada tipo de componente es descrito y las capacidades recomendadas para cada uno son presentadas. Entre los distintos materiales empleados para los amarres se tienen a las fibras sintéticas y a los metales. Los metales siendo considerados para la sujeción mediante cable o cadenas, las fibras sintéticas para la sujeción mediante bandas y cuerdas.

La sujeción de distintos tipos específicos de carga es considerada de manera detallada. De esta manera, se incluye la carga en general, que considera las cajas, envases, tabiques, ganado, etc. Asimismo se considera la sujeción de la madera y productos de madera, productos metálicos varios (rollos de lámina, tubos, etc.), tubos de concreto y plástico, carretes y rollos, carga entarimada, carga en pacas, material a granel, maquinaria pesada, tanques, automóviles y carga contenerizada. Finalmente se presenta una serie de recomendaciones acerca de lo que serían prácticas recomendadas y no recomendadas.



# 1. Introducción

---

En el autotransporte en México, se siguen una serie de prácticas para la sujeción de la carga, de las que se desconoce su origen. Muchas veces se tiene la impresión de que son los mismos transportistas quienes se las ingenian para impedir (o restringir) el movimiento de la carga, usando para ello piezas de madera, pedazos de tubo, barras de acero, cuerdas de diferentes materiales, cables, cadenas y eslingas, así como las redilas y paredes de las plataformas y cajas cerradas, respectivamente, o simplemente aprovechando la fricción entre la carga y la plataforma. Sin embargo, no existe una norma que proporcione los principios fundamentales para lograr una sujeción segura que evite el riesgo de que la carga pueda caerse del vehículo o desplazarse dentro de éste, evitando así accidentes que pueden ser desde leves hasta muy graves.

Este trabajo tiene como propósito el presentar estos principios fundamentales, a manera de guía, y está dividido en cinco partes. En la primera de ellas se describen los fundamentos teóricos de la sujeción de carga. En la segunda parte se presentan los métodos de sujeción de carga más comúnmente utilizados en el autotransporte. En la tercera se definen los componentes para la sujeción de las cargas. En la cuarta parte se ejemplifican diferentes tipos de sujeciones para las necesidades específicas de acuerdo al tipo de mercancía y, finalmente, en la quinta parte se dan instrucciones acerca de prácticas recomendadas y operaciones indebidas.

Este trabajo (guía) da recomendaciones útiles a los transportistas, mediante las cuales la carga que se transporte por carretera podrá distribuirse, asegurarse y sujetarse adecuadamente en los vehículos, para lograr de esta manera minimizar el número de accidentes ocasionados por una mala distribución, o por el desplazamiento o la caída de la carga. Se insiste en que todo esto trae consigo la protección de personas, la prevención de daños a la carga y en general, la disminución de cuantiosas pérdidas, tanto humanas como materiales, que pueden resultar a consecuencia de los accidentes.



## 2. Fundamentos

---

### 2.1 Aplicación y alcance

Las recomendaciones contenidas en esta guía serán aplicables a cualquier vehículo de carga, desde camionetas pick-up hasta combinaciones vehiculares tractor-semirremolque y semirremolque-remolque, incluyendo aquellos vehículos diseñados especialmente para el transporte de carga voluminosa.

Los objetivos que pretende satisfacer este trabajo son: a) proporcionar los principios que servirán de guía para el empleo de las sujeciones; siendo dichos principios de aplicación general para cualquier tipo de carga que se transporte por carretera; b) proporcionar los criterios para evaluar si los sistemas de sujeción de carga realizan adecuadamente su función, y c) dar recomendaciones particulares para la sujeción adecuada de cargas típicas.

### 2.2 Disposiciones generales y principios guía

La consideración de la seguridad pública requiere que la carga que es transportada por carretera permanezca sobre o dentro del vehículo que la transporta, tanto durante un manejo normal como cuando el conductor enfrenta situaciones de emergencia. Esto implica que un vehículo **NO** deberá operarse en carretera sin que la carga esté bien sujeta o contenida, de tal manera que no se fugue, no se derrame, no se levante con el viento ni se caiga del vehículo. La carga tampoco deberá desplazarse en el interior del mismo.

### 2.3 Criterios para el funcionamiento

Se deberá sujetar la carga para evitar que pueda ésta presentar movimientos inaceptables bajo todas las condiciones de operación esperadas. En consecuencia, los sistemas de sujeción de carga deberán satisfacer los siguientes requisitos:

- La carga no deberá salirse del vehículo.
- La carga no deberá moverse, excepto en los siguientes tres casos:
  - ◆ Cargas cuyo movimiento esté restringido en la dirección horizontal.
  - ◆ Objetos muy ligeros o material suelto o a granel, permitiéndose pequeños movimientos horizontales y verticales.
  - ◆ Líquidos a granel, permitiéndose movimientos limitados del líquido.

**En todos los casos en que ocurra movimiento, la distribución del peso y la estabilidad del vehículo no deberán afectarse de manera adversa, y la carga no deberá caerse del vehículo.**

Las aceleraciones máximas y las fuerzas resultantes a las cuales se someten los vehículos cotidianamente en condiciones de manejo normal son producto de:

- Frenadas fuertes, que pueden presentarse en tráfico congestionado en zonas urbanas, por ejemplo cuando el vehículo que se encuentra adelante frena violentamente o cuando la luz del semáforo cambia a rojo.
- Operación en curva o en rampa de autopista.
- Maniobras de evasión tales como un cambio rápido de carril.
- Aceleraciones verticales debidas a la rugosidad del camino o a los topes.

Con base en pruebas y trabajos de investigación se ha determinado que las aceleraciones que pueden ocurrir durante un manejo normal son de 0.4 g en las direcciones longitudinal y transversal, y de alrededor de 0.2 g en la dirección vertical, donde g es la aceleración debida a la gravedad ( $9.81 \text{ m/s}^2$ ). En situaciones de emergencia, las cuales pueden presentarse viajando en carretera, la carga y los sistemas de sujeción quedan expuestos a niveles de aceleración elevados. Estas situaciones incluyen:

- Paradas de pánico desde la velocidad máxima autorizada en carreteras (Alrededor de 85 Km/h).
- Vueltas a alta velocidad, en distribuidores viales por ejemplo.
- Maniobras evasivas de emergencia tales como un cambio rápido de carril.

En una emergencia, la carga deberá estar sujeta de tal manera que no se caiga del vehículo ni se deslice más allá de los límites del mismo, ni ocasione que el vehículo se vuelque. En situaciones de emergencia es de esperarse el que la aceleración longitudinal alcance 0.8 g y la aceleración lateral hasta 0.5 g. Bajo estas condiciones, los sistemas de sujeción de carga no deberán sufrir daños permanentes (es decir, no deberá rebasarse la carga límite de operación de los componentes). A estos niveles de aceleración se puede esperar que ocurran ciertos desplazamientos de la carga, particularmente si los sistemas de sujeción incluyen componentes no rígidos tales como cuerdas, bandas tejidas (eslingas) o uniones flexibles.

Debido a lo anterior, se propone que los sistemas de sujeción de carga sean capaces de soportar las fuerzas resultantes de las condiciones siguientes (ver Figura 1):

- Una desaceleración de 0.8 g en dirección hacia adelante.
- Una desaceleración de 0.5 g en dirección hacia atrás.
- Una aceleración de 0.5 g en dirección lateral.

- Una aceleración de 0.2 g relativa a la carga en la dirección vertical.

Estos criterios de funcionamiento son la base para la elaboración de esta guía y por lo tanto se requiere que:

- Los sistemas de sujeción de carga se diseñen lo suficientemente robustos para resistir fuerzas.
- Las estructuras para retención y sujeción con que cuenten los vehículos estén lo suficientemente reforzadas como para proporcionar las fuerzas de retención necesarias para cuando el vehículo se encuentre sometido a las aceleraciones mencionadas.
- El equipo para sujetar la carga tenga la resistencia suficiente para soportar las fuerzas de retención necesarias para cuando la carga esté sometida a las aceleraciones mencionadas.

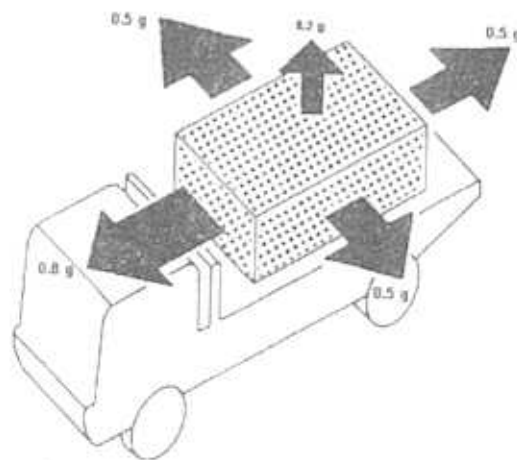


Figura 1. Criterios de aceleraciones máximas que deberán soportar los sistemas de sujeción de carga.



### 3. Métodos de sujeción de carga en el Autotransporte

---

En el proceso de selección y cálculo de la resistencia de los sistemas de sujeción de carga, se propone considerar los siguientes métodos:

- I) Mantener la carga contra la estructura de la caja del vehículo, para incrementar así la restricción del movimiento mediante fricción.
- II) Contener o encerrar la carga dentro de la estructura de la caja del vehículo.
- III) Asegurar o amarrar la carga contra una estructura o elementos de sujeción con los que esté equipada la caja del vehículo.
- IV) Fijar la carga directamente a la estructura de la caja del vehículo.

La sujeción de la carga se podrá hacer por los métodos directo e indirecto, o por una combinación de ambos, como se describe a continuación

**MÉTODO INDIRECTO.** Este se tiene cuando el movimiento de la carga está únicamente restringido por:

- Fuerzas de fricción. Estas fuerzas de fricción entre la carga y el vehículo se incrementarán mediante el uso de amarres.

**MÉTODO DIRECTO.** Este se tiene cuando se evita el movimiento de la carga:

- Conteniéndola o encerrándola.
- Asegurándola o amarrándola en una o más direcciones.
- Sujetándola al vehículo.

Estos métodos para restringir el movimiento de la carga se muestran en forma gráfica en la Figura 2. En esta figura se aprecia la restricción del movimiento de la carga en dirección hacia adelante. Estos principios podrán aplicarse también para restringir el movimiento de la carga hacia los costados, hacia atrás y en la dirección vertical.

#### 3.1 Sujeción indirecta

En la sujeción indirecta, el deslizamiento de la carga se evita por medio de la fricción. Es la forma más común de sujeción de carga e incluye el uso de amarres. La fricción evita que la carga se deslice hacia adelante, hacia atrás y lateralmente, mientras que los amarres evitan el movimiento vertical de la carga.



Figura 2. Métodos para sujeción de carga.

La fricción entre la carga y el vehículo es el resultado de la fuerza de contacto entre ellos. Esta fuerza es una combinación del peso de la carga y las fuerzas adicionales hacia abajo, que proporcionan los amarres (Figura 3).

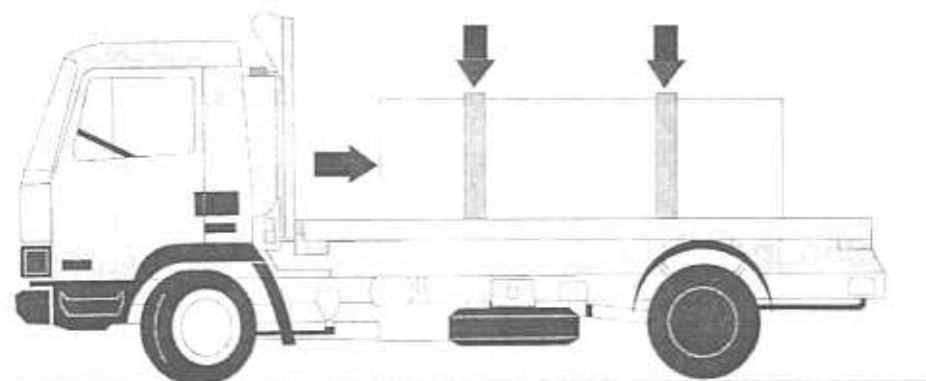


Figura 3. Carga sujeta por fricción usando amarres.



### 3.2 Carga contenida

Las cargas contenidas suelen transportarse directamente sin ningún dispositivo de sujeción. Ejemplos de esto son los líquidos en tanques o depósitos, los sólidos a granel en carros tolva o carros de volteo, y la carga en general transportada en remolques con cajas cerradas o en contenedores (Figura 4).

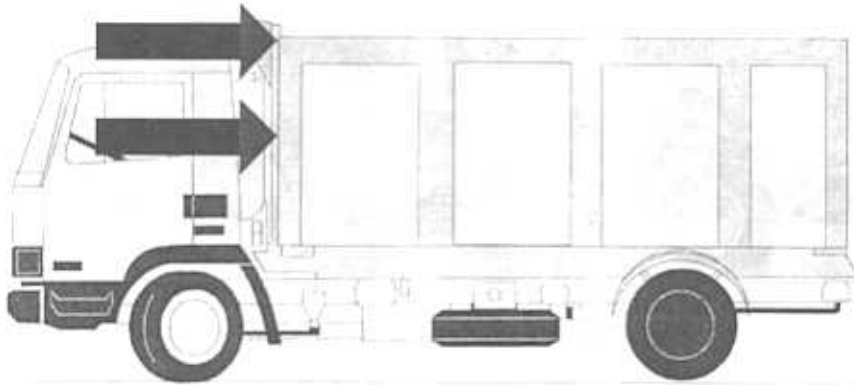


Figura 4. Carga contenida en caja de volteo.

### 3.3 Aseguramiento

Las cargas aseguradas están sujetas directamente, por lo menos en una dirección, a las estructuras del vehículo. Estas estructuras son, por ejemplo, las cabeceras reforzadas (Figura 5) o las redilas.

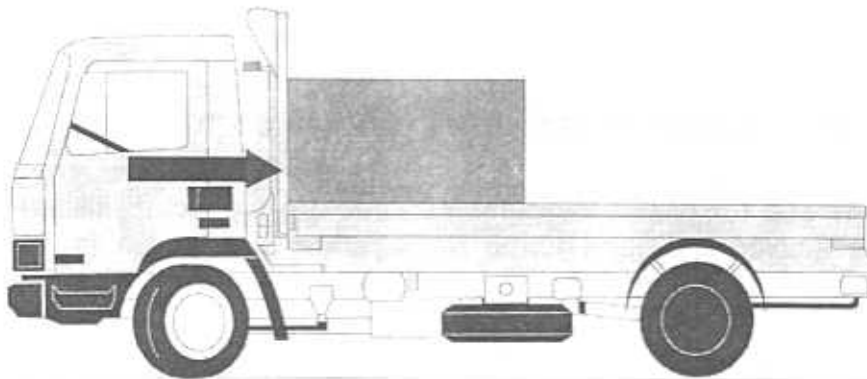


Figura 5. Carga asegurada contra la cabecera.

### 3.4 Carga sujeta

En este tipo de sujeción, el movimiento de la carga se impide por medio de amarres directos o mediante dispositivos mecánicos de fijación, los cuales proporcionan toda la retención necesaria (Figuras 6 y 7).

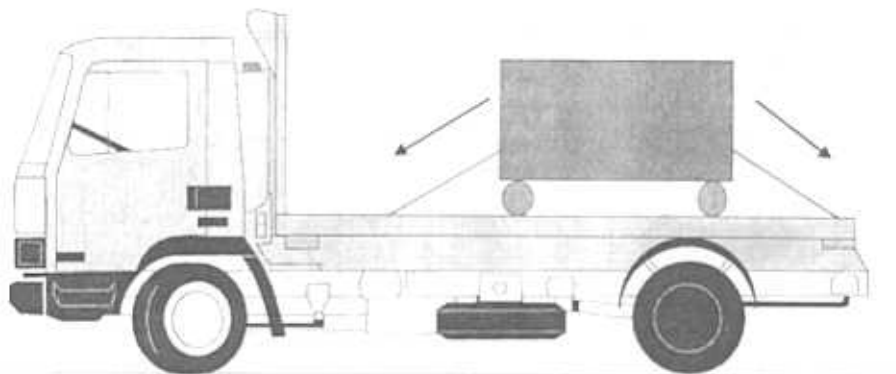


Figura 6. Carga sujeta al vehículo mediante amarres.

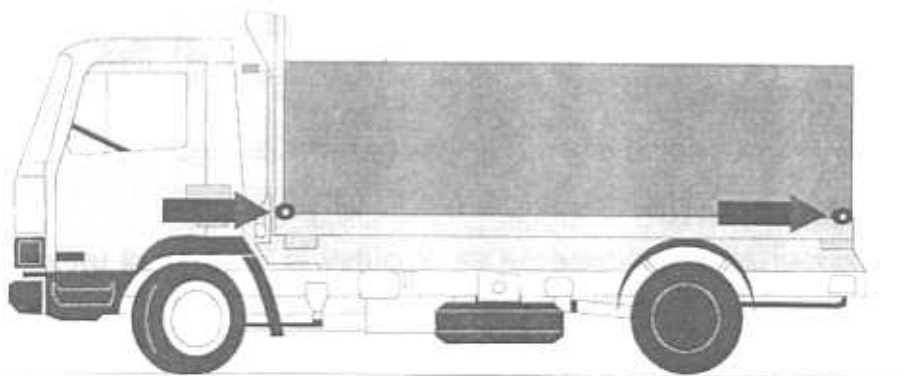


Figura 7. Carga (contenedor) sujeta directamente al vehículo mediante seguros de giro (*twist locks*).

### 3.5 Combinación de sujeciones directa e indirecta

Las sujeciones que combinan los métodos directo e indirecto, utilizan en forma combinada la fricción y alguna forma de sujeción directa. En la Figura 8 se muestra la sujeción de la carga proporcionada por:

- La fricción que proviene del peso de la carga, más
- La fricción que proviene por efecto de los amarres, más
- El aseguramiento contra alguna parte del vehículo.

En el caso mostrado en la Figura 8, el movimiento hacia adelante de la carga se evita por medio de una combinación de la fricción, que proviene tanto del peso de la carga como de la fuerza aplicada por los amarres, con el aseguramiento contra la cabecera del vehículo. Los movimientos hacia atrás y hacia los costados están restringidos únicamente por la fricción.

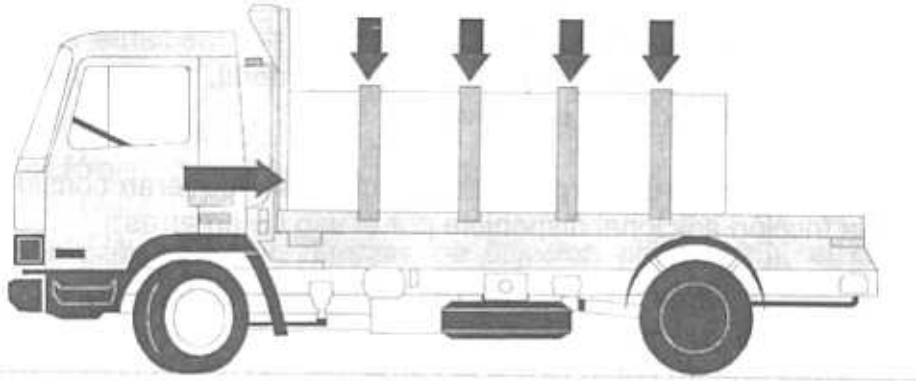


Figura 8. Fricción más aseguramiento.

La Figura 9 ilustra la sujeción de la carga llevada a cabo por medio de:

- La fricción que proviene del peso de la carga, más
- La fricción que proviene de la componente hacia abajo de la fuerza que proporcionan los amarres, más
- La restricción directa del movimiento que proporcionan los amarres que están fijos a la carga.

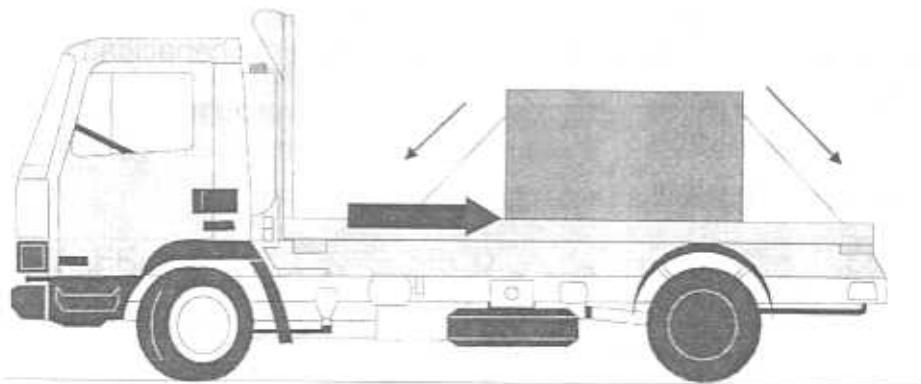


Figura 9. Fricción y restricción directa.

### 3.6 Diseo para sujecin de la carga por friccin

En este caso el movimiento de la carga se restringe por medio de la friccin que proviene de su peso propio y de la fuerza adicional hacia abajo aplicada por el sistema de amarres, en donde ambas fuerzas actúan sobre la superficie friccionante que se encuentra entre la carga y la plataforma del vehculo. La pretensin mxima que puede lograrse en los amarres mediante el uso de los dispositivos estandar para este propsito es, en general, mucho menor que la capacidad lmite especificada por el fabricante.

Las siguientes dos fuentes de carga vertical hacia abajo debern considerarse en el clculo de la friccin adicional disponible por el uso de amarres:

- I) Los amarres (bandas, eslingas o cadenas) que estn fijos a la carga.
- II) Los amarres que no estn fijos a la carga, debajo de los cuales sta puede deslizarse.

#### 3.6.1 Amarres fijados a la carga

Cuando los amarres estn fijos a la carga, la fuerza adicional hacia abajo aplicada inicialmente por la pretensin de los amarres, puede ser insuficiente para restringir el movimiento de la carga. En este caso, el sistema de sujecin recibe mayor esfuerzo, debido a los pequeos movimientos de la carga, los cuales incrementan la tensin en los amarres y con ello proporcionan ms sujecin por friccin (esto es, al moverse la carga, los amarres se tensan y sujetan ms fuerte a la carga contra la plataforma).

Para este tipo de sujecin, la fuerza hacia abajo de la carga sobre el vehculo es la suma del peso de la carga ms las componentes verticales de la tensin en los amarres. La tensin mxima en los amarres deber ser la capacidad marcada por el fabricante.

#### 3.6.2 Amarres no fijados a la carga

Cuando los amarres no estn fijos a la carga, la fuerza hacia abajo aplicada inicialmente por medio de la pretensin de los amarres deber de proporcionar toda la fuerza adicional necesaria para sujetar la carga.

Al igual que el caso anterior, el valor de la fuerza hacia abajo entre la carga y el vehculo, es la suma del peso de la carga ms las componentes verticales de la tensin en los amarres.

Para este tipo de amarres, la pretensión en los mismos varía considerablemente, dependiendo de la naturaleza de la carga (la fricción entre la carga y los amarres por ejemplo), del tipo de tensor y de la cantidad de fuerza aplicada por el operador. La pretensión en un lado de la carga normalmente es mayor que en el otro lado, excepto cuando el tensor se coloca en la parte superior de la carga. Los niveles típicos de pretensión sólo pueden obtenerse mediante pruebas de la aplicación particular, usando indicadores de carga colocados en serie.

### 3.6.3 Fricción

Cuando son calculadas las fuerzas de sujeción por fricción, el coeficiente de fricción entre las superficies en contacto se determinará mediante pruebas, excepto si se conoce el coeficiente mínimo de fricción, por ejemplo, como resultado de pruebas anteriores o por el uso de un tapete especial para la carga el cual tuviese un coeficiente de fricción mínimo garantizado. Las pruebas de fricción deberán tomar en cuenta todas las combinaciones posibles de estados de la superficie, tales como seca, húmeda o grasosa. Con objeto de determinar el comportamiento real respecto a la fricción de las superficies en contacto, se recomienda el llevar a cabo pruebas tanto estáticas como dinámicas.

Para calcular la fuerza de sujeción adicional requerida podrá usarse ya sea el coeficiente de fricción estático, determinado por medio de pruebas en plano inclinado, o el coeficiente de fricción dinámico, determinado mediante pruebas de deslizamiento. Los efectos dinámicos verticales que ocurren durante el trayecto pueden causar una disminución de las fuerzas de sujeción por fricción. Por lo tanto, cuando se use el coeficiente de fricción estático, debe proporcionarse suficiente pretensión a los amarres como para ejercer sobre la carga una fuerza adicional hacia abajo equivalente a por lo menos 0.2 g. Si no se puede proporcionar dicha pretensión, deberá usarse para los cálculos el coeficiente de fricción dinámico.

En la Tabla 1 se muestran los coeficientes de fricción dinámicos de varias combinaciones de metal y madera en contacto, bajo diferentes condiciones.

MATERIAL	SECO	HÚMEDO	ENGRASADO
Madera sobre madera	0.20-0.50	0.20-0.25	0.05-0.15
Metal sobre madera	0.20-0.50	0.20-0.25	0.02-0.10
Metal sobre metal	0.10-0.25	0.10-0.20	0.01-0.10

Tabla 1. Coeficientes de fricción dinámicos.

El coeficiente de fricción dinámico de los tapetes de hule disponibles comercialmente, es por lo menos 0.6 cuando se usan con superficies de carga

comunes, tales como acero seco (liso, galvanizado, o con dibujo antiderrapante) y madera (dura o blanda). En presencia de agua o lubricantes, el coeficiente de fricción se reducirá por debajo de 0.6.

### 3.7 Diseño para cargas contenidas y aseguradas

Cuando una carga esté contenida o encerrada, o cuando esté asegurada contra una estructura o un punto de sujeción del vehículo, las fuerzas para el diseño de la sujeción no deberán ser inferiores a las fuerzas resultantes de las aceleraciones definidas anteriormente, las cuales pueden actuar sobre la carga.

El efecto de la fricción entre la estructura de la caja del vehículo y la carga no debe considerarse para el cálculo de las fuerzas de diseño, salvo en el caso de que la carga esté fija contra la estructura del vehículo por medio de otros restrictores tales como amarres.

### 3.8 Diseño para sujeción directa

Cuando una carga esté restringida por sujeción directa a la caja de un vehículo, la fuerza de diseño de la restricción deberá determinarse considerando que:

- I) Los restrictores no aplican fuerzas adicionales hacia abajo sobre la carga. Además, el efecto de la fricción entre la carga y la plataforma no deberá considerarse en estos casos.
- II) Los restrictores están pretensados u orientados de tal forma que aplican fuerzas adicionales hacia abajo sobre la carga. El efecto de la fricción entre la carga y la plataforma puede considerarse adicionalmente a la restricción directa. Sin embargo, se recomienda que en estos casos la fricción sea excluida del cálculo de las fuerzas de restricción directa. De este modo, los efectos de la fricción proporcionarían un margen de seguridad adicional.

#### 3.8.1 Amarres directos pretensados

Cuando una carga esté inmovilizada por amarres directos pretensados que actúen en direcciones opuestas, la cantidad de pretensión de los amarres reduce su capacidad para restringir la carga. Por ejemplo, cuando dicha carga está sometida a una aceleración relativa al vehículo, la tensión en los amarres se incrementa en una dirección mientras que se reduce en los amarres opuestos.

La resistencia requerida del amarre con el incremento de tensión será, por lo tanto, la suma de la pretensión y la tensión adicional requerida para restringir la carga (la cual es más grande que la requerida si el amarre no estuviese pretensado). Se recomienda que sean usados amarres de igual elasticidad, y que se orienten simétricamente respecto a la carga.





## 4. Elementos y componentes para sujeción de carga

---

La aplicación exitosa de esta guía en la práctica depende de que se reconozcan y comprendan perfectamente los tres elementos siguientes:

- La naturaleza y magnitud de las fuerzas a las que la carga estará sometida cuando el vehículo que la transporta tenga que realizar maniobras, ya sea evasivas o de emergencia.
- La resistencia de todos los sistemas, dispositivos y componentes, que se utilicen para sujetar o contener la carga.
- La naturaleza y magnitud de las fuerzas a las que los sistemas de sujeción de la carga estarán sometidos.

Los transportistas deberán asumir la responsabilidad final y el riesgo de distribuir, asegurar y sujetar adecuadamente la carga sobre o dentro de sus vehículos. Para lograr con éxito esta tarea los transportistas deberán contar, de manera precisa y clara, con toda la información acerca de las características, la resistencia y la capacidad de los componentes que usen en sus sistemas de sujeción de la carga.

El gobierno y las industrias involucradas en la manufactura de vehículos, remolques y componentes para sujeción de carga deberán participar en la elaboración de normas o recomendaciones prácticas para la sujeción adecuada de la carga.

Para los fines de esta publicación y para evitar confusiones con las capacidades asignadas por los fabricantes, se usará el término "capacidad marcada por el fabricante", para definir la resistencia o capacidad de sujeción de carga de los amarres.

La capacidad del equipo para sujetar carga es la fuerza máxima de diseño que puede resistir un sistema de sujeción, y es igual a la resistencia mínima a la ruptura del conjunto, dividida entre un factor de seguridad.

Se hace notar que aunque los fabricantes restringen el funcionamiento de algunos equipos de sujeción a ciertas condiciones extremas de temperatura, la exposición a radiación ultravioleta y a ambientes corrosivos también puede reducir la vida útil de los diferentes equipos.

### 4.1 Estructura del vehículo y puntos de anclaje

Dentro del conjunto de estructuras del vehículo y de dispositivos de sujeción de la carga se incluyen a las estructuras para restringir el movimiento de la carga, ya

sean fijas o desmontables, así como las sujeciones fijas y los puntos de amarre de los dispositivos de sujeción.

Las estructuras para inmovilizar a la carga incluyen a los tanques, a las cajas de volteo, a las cajas cerradas, a las tolvas, a las cabeceras, a las redilas o mamparas y a los soportes especiales para carga (racks), los cuales generalmente están fijos en una cierta posición. Asimismo, se incluyen las compuertas, las puertas y las cortinas laterales desmontables. Dentro del conjunto de las sujeciones fijas y puntos de amarre o anclaje se incluyen tanto a los rieles de sujeción como a los puntos de anclaje y seguros de giro (*twist-locks*).

No están consideradas en esta guía las estructuras de protección (protectores para la cabina o cabeceras especiales), diseñadas específicamente para evitar que la carga penetre a la cabina del vehículo en caso de accidente o de falla de alguno de los dispositivos de sujeción de la carga.

## 4.2 Plataformas

Los puntos de amarre dispuestos en el vehículo con el fin de sujetar la carga y sus amarres, deberán ser lo suficientemente robustos como para resistir las fuerzas necesarias para restringir el movimiento de la carga. Los puntos de amarre o anclaje incluyen los rieles de sujeción, los anillos, los ganchos y los seguros de giro.

El diseño de cada punto de anclaje o amarre en la estructura del vehículo debe tomar en cuenta las características de resistencia a la torsión, a la flexión y la rigidez de la estructura del vehículo, así como las recomendaciones del fabricante del mismo. El montaje de los dispositivos de anclaje o amarre no deberá, en modo alguno, debilitar al chasis del vehículo o a la estructura de la caja. En particular, está prohibido practicar barrenos o hacer soldaduras en los largueros del chasis sin consultar previamente al fabricante.

En cualquier posición de su longitud, y sin que sufran deformaciones permanentes, los rieles flexibles deberán ser lo suficientemente robustos como para soportar lonas y cargas pequeñas.

Los soportes de los rieles flexibles así como otros puntos de anclaje, los cuales puedan ser usados para fijar amarres, deberán ser capaces de resistir las fuerzas de restricción que se indican en la Tabla 2, en la dirección de cualquier amarre fijo.

PESO BRUTO VEHICULAR (T)	CAPACIDAD MINIMA DEL PUNTO DE ANCLAJE (kN)
< 3.5	4
de 3.5 a 7.5	8
De 7.51 a 12	10
> 12	20

Nota: La capacidad mínima de los puntos de anclaje, debe estar clara y permanentemente marcada en el vehículo.

Tabla 2. Capacidad mínima de los puntos de anclaje.

Las estructuras que sirvan para asegurar la carga, tales como cabeceras, redilas, mamparas de contención, o estacas y postes, deberán ser lo suficientemente robustas como para soportar las fuerzas que la carga aplique sobre ellas.

Cuando las cabeceras se utilicen junto con amarres tensados, la fricción del peso de la carga más la fuerza hacia abajo dada por los amarres pueden proporcionar, normalmente, más de la mitad de la restricción requerida. La resistencia de la cabecera, en este caso, no necesita ser tan grande como la que se requiere para contener una carga no sujeta.

Las cajas diseñadas para carga en general o cargas especiales, para las que sea necesario el uso de soportes, estacas, vigas o barras, deberán contar, para cuando no sean utilizados, con los dispositivos especiales para guardarlos. Las cajas o contenedores para este propósito deberán ser completamente cerradas. En caso contrario, las cajas que las contengan deberán ser lo suficientemente altas como para que el centro de masa de cualquier objeto suelto quede 15 cm por debajo de la parte superior de la caja.

Los fabricantes de vehículos deberán proporcionar a los transportistas las gráficas relativas a la distribución de la carga máxima, así como los datos correspondientes a la estabilidad (altura máxima del centro de gravedad de la carga).

### 4.3 Cajas cerradas, cajas con accesos laterales y cajas de volteo

Las cajas diseñadas para contener cargas sueltas, en general o a granel, deberán diseñarse para garantizar que la carga no pueda caerse del vehículo, y para que cualquier movimiento de la carga no reduzca la estabilidad de éste ni dañe su estructura.

Respecto a las cargas individuales de gran peso no es, en general, adecuado sujetarlas por medio de una caja o medio de contención, excepto cuando la estructura que las restrinja impida todo movimiento horizontal de este tipo de cargas.

Las cabeceras, mamparas, costados de las cajas, puertas y tapas traseras, así como compuertas laterales y traseras, las cuales son apropiadas para carga en general no sujeta, deberán diseñarse para una carga uniformemente repartida que actúe sobre todo su ancho y alto. Las compuertas laterales y traseras, que estén interconectadas con compuertas adyacentes para darles firmeza y estabilidad, deberán estar provistas con los dispositivos necesarios para trabarlas en su posición, sin depender de amarres o de lonas que eviten que se levanten o inclinen.

Las estacas y travesaños desmontables, así como sus receptáculos de montaje, deberán ser lo suficientemente robustos como para resistir las cargas que sean aplicadas sobre ellos. Además, deberán diseñarse para evitar que se puedan salir de sus receptáculos por efecto de las fuerzas a que estén sometidos durante el trayecto. Esto mediante un empotramiento adecuado o el uso de pernos seguro.

Los cerrojos, bisagras y uniones, así como los mecanismos de cierre, deberán ser lo suficientemente robustos como para resistir las fuerzas que puedan llegar a aplicárseles, y se diseñarán tanto para minimizar agrietamientos por fatiga como para soportar la vibración o las cargas por golpeteo que pudieran resultar de la falla del cerrojo de las puertas y compuertas. Si cualquiera de estos dispositivos falla, la carga puede caerse del vehículo, aparte de que una puerta o una compuerta sueltas y con movimiento de bandera pueden ocasionar accidentes.

#### **4.4 Sujetadores o amarres**

Los amarres incrementan la presión entre la carga y la plataforma del vehículo, con lo cual se incrementa la fricción entre ambas partes. La restricción del movimiento de la carga en el plano horizontal la proporciona únicamente la fricción. La restricción del movimiento de la carga hacia arriba en el plano vertical la proporcionan los amarres (Figura 10).

Es muy importante que los amarres sean pretensados correctamente, y que no pierdan la tensión en absoluto durante su trabajo, ya que el efecto de la fricción se reduciría y la carga podría moverse. Sin embargo, los amarres no pueden tensarse por arriba de su máxima capacidad de carga marcada por el fabricante, ya que también puede ocurrir que una tensión excesiva en el amarre dañe por aplastamiento a la carga.

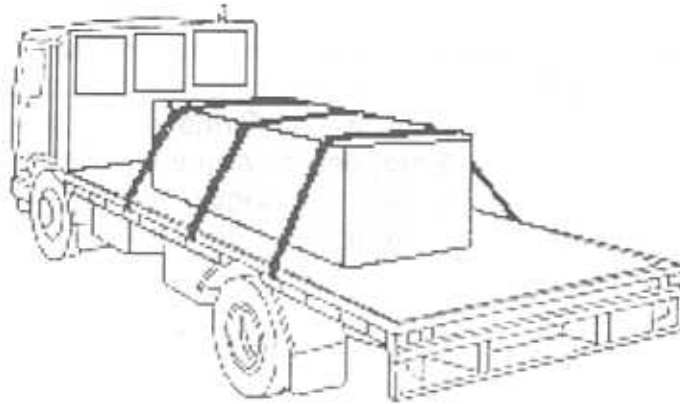


Figura 10. Sujetadores o Amarres.

Normalmente, los amarres se pasan por la parte superior de la carga, sin embargo, también pueden ser efectivos si se pasan a través o si se fijan a la misma. Los amarres pueden usarse combinados con otros métodos de restricción tales como las cabeceras y las compuertas.

No existe una regla para determinar el espaciamiento entre los amarres, ya que ello depende de la forma de la carga y de su densidad. Las cargas con formas complejas y las muy densas requerirán un menor espaciamiento, en cuyo caso debe tenerse cuidado de no sobrecargar la estructura del vehículo. Adicionalmente, este tipo de carga deberá sujetarse a la estructura y restringirse su movimiento por medio de amarres directos. Cuando la carga sea colocada sobre tarimas, los amarres deberán colocarse en éstas, cualquiera que sea su espaciamiento.

Cuando se empleen amarres en cargas que se encuentren colocadas fuera del centro longitudinal del vehículo, deberá evitarse el movimiento de éstas hacia dicho centro mediante su aseguramiento a la estructura de la caja, o por medio de amarres montados a ella. Cualquier pequeño movimiento lateral de la carga durante el trayecto causará una disminución en la pretensión de los amarres, provocando con ello mayores movimientos de la misma (Figura 11).



Figura 11. Amarres con carga fuera del centro.

**Ángulos de colocación de los amarres.** Para proporcionar la fuerza máxima hacia abajo y así incrementar la fricción entre la carga y la plataforma, los amarres deberán pretensarse y ser colocados de tal forma que queden lo más cerca posible de la vertical (Figura 12). Esto, debido a que la fuerza de sujeción hacia abajo disminuye en forma significativa si el ángulo de los amarres respecto al plano horizontal tiende a cero. Así, este ángulo nunca deberá ser inferior a  $30^\circ$ .



Figura 12. Ángulos recomendados para los sujetadores o amarres.

En la práctica, frecuentemente las cargas no son lo suficientemente altas como para permitir el uso eficiente de los amarres (Figura 13). Para estos casos, en las Figuras 14 y 15 se muestra cómo, mediante el uso de polines de madera, es posible incrementar el ángulo de los amarres y así aumentar la fuerza hacia abajo aplicada sobre la carga. Esto se logra ya sea mediante la elevación, Figura 14, o la separación, Figura 15, de la carga.

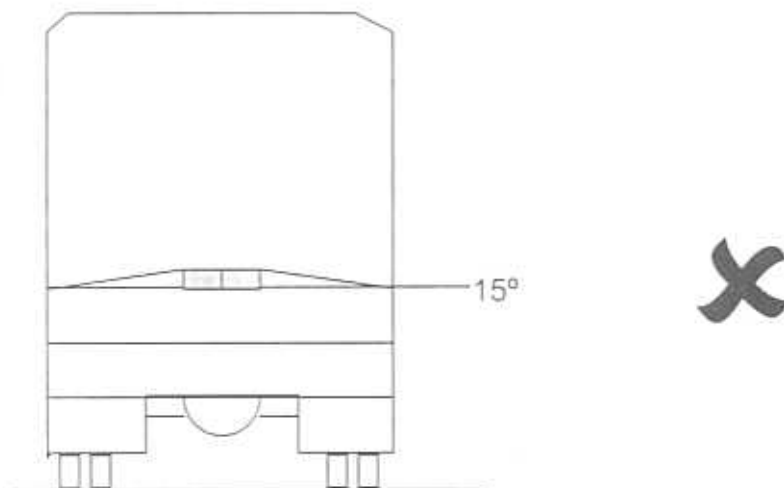


Figura 13. Amarres a menos de  $30^\circ$  (NO RECOMENDADO).

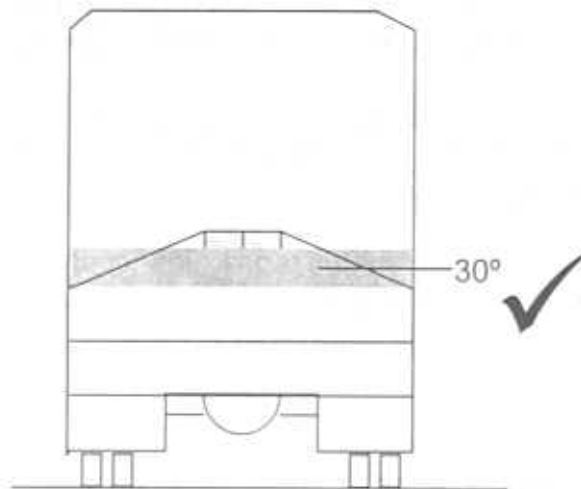


Figura 14. Amarres colocados a 30° o más (RECOMENDADO).

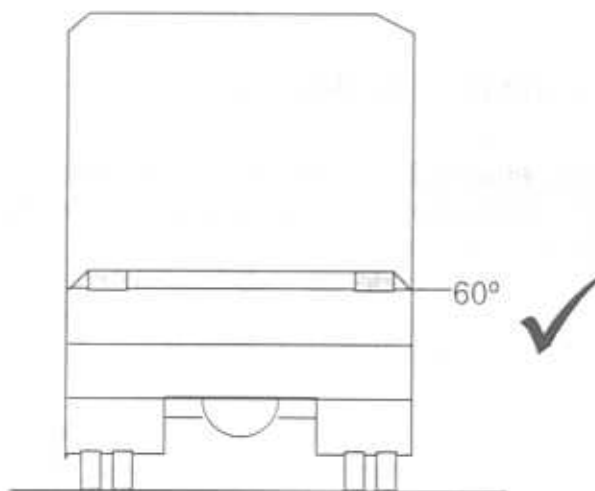


Figura 15. Amarres colocados a 30° o más (RECOMENDADO).

#### 4.5 Tensores y conectores de los amarres

Los amarres tipo banda, cadena o cable, necesitan tensores y argollas, los cuales deberán ser manufacturados siguiendo normas establecidas.

En el caso de tensores y argollas hechos de acero, la capacidad marcada por el fabricante no deberá ser mayor que la mitad del esfuerzo especificado de ruptura. Asimismo, después de aplicárseles una fuerza igual a 1.25 veces la capacidad

marcada por el fabricante, los tensores y argollas no deberán sufrir deformaciones permanentes, y deberán continuar siendo totalmente funcionales.

Los tensores deberán diseñarse de tal forma que la tensión en los amarres no pueda perderse inadvertidamente, así como para reducir al máximo la reacción de estos tensores al ser liberada su tensión.

En el mercado existen tensores motorizados, los cuales pueden usarse en muchas aplicaciones. Estos equipos tienen la ventaja de que se auto-tensan en forma continua y automática durante el trayecto.

#### **4.6 Ensamblajes con bandas**

Los ensamblajes a base de bandas y los malacates de matraca portátiles o fijos, deberán ser manufacturados de acuerdo a normas establecidas.

#### **4.7 Ensamblajes a base de cadenas**

Las cadenas que sean empleadas para sujetar la carga deberán tener las propiedades mecánicas especiales que satisfagan las demandas de tal aplicación. La selección adecuada de una cadena deberá tomar en cuenta su tamaño, su resistencia y su dureza. Las cadenas fabricadas con materiales de baja resistencia son más pesadas, de mayor tamaño y más propensas a sufrir daños y desgaste que las cadenas con mayor resistencia a la tensión.

Las cadenas de alta resistencia a la tensión, que normalmente se conocen como "cadenas para transporte", son fabricadas con un material cuyo punto de cedencia se encuentra entre 650 y 700 MPa y son las más adecuadas para sujetar carga. La capacidad marcada por el fabricante de la "cadena para transporte" e incluso de cualquier otra cadena, aún cuando ésta no cumpla con las características de una "cadena para transporte", no deberá ser mayor a un tercio de su resistencia especificada a la ruptura.

Al respecto, una pretensión de 5,000 N se logrará fácilmente mediante el uso de "gatas" (tensores tipo palanca) usados en un conjunto de "cadenas para transporte" con capacidad para 2 toneladas.



## 4.8 Cables y eslingas

Los cables de acero equipados tanto con eslingas como con tensores, pueden ser usados para sujetar de manera efectiva ciertas cargas. Al usarlos en cargas que sufran asentamiento durante el trayecto y debido a su mayor elasticidad, los cables son, en este caso, más adecuados que las cadenas.

La capacidad marcada por el fabricante del cable de acero deberá estar de acuerdo con normas establecidas y no deberá ser mayor que un tercio de la resistencia a la ruptura especificada para el material.

## 4.9 Cables de material sintético y sus conectores

Los cables y cuerdas hechos de material sintético pueden contar con las conexiones adecuadas en sus extremos y con sus respectivos tensores. Estos cables son más elásticos que los cables de acero y pueden utilizarse también para sujetar cargas que presenten asentamientos durante el trayecto.

La capacidad marcada por el fabricante del cable sintético deberá especificarse conforme a normas establecidas y no deberá ser mayor de un vigésimo de la resistencia a la ruptura especificada para la fibra. Esto se hace para tomar en cuenta tanto los nudos como los dobleces.

## 4.10 Flejes

El flejado puede utilizarse de manera efectiva para sujetar ciertos tipos de cargas. El fleje de acero tiene una elevada resistencia a la tensión y, mediante el uso de tensores manuales o motorizados, puede pretensarse significativamente. Por ejemplo, un fleje de 3.2 cm de ancho y 1.15 mm de espesor, tiene una resistencia mínima a la ruptura de 3.85 toneladas y puede tensarse fácilmente a por lo menos 1 tonelada, siendo este valor mucho más alto que lo que generalmente se logra con otros sistemas de sujeción. La resistencia típica de las uniones (3 toneladas) es más baja que la resistencia del fleje y determina, por lo tanto, la resistencia a la ruptura del ensamble sujetador.

Las cargas que tienen superficies de fricción baja requieren, para lograr una inmovilización efectiva, de fuerzas de sujeción grandes. Debido a ello, los flejes de acero son adecuados para sujetar, a tarimas o a bases, las cargas que son "pesadas y resbaladizas".

La capacidad marcada por el fabricante de flejes de acero que sean usados en sujeciones, no deberá ser mayor que la mitad de la resistencia a la ruptura especificada para el material.

#### 4.11 Mordazas y seguros

Los dispositivos tales como mordazas y seguros, empleados para sujetar la carga a los vehículos, deberán proporcionar una acción positiva de fijación y deberán diseñarse para que no puedan desprenderse o desacoplarse durante el trayecto.

Los seguros de giro (*twist locks*) deberán cumplir con los requerimientos dimensionales y de resistencia establecidos en la norma ISO 668.

#### 4.12 Bases, cuñas, soportes, bastidores y separadores

La madera que sea utilizada en la fabricación de bases, cuñas, soportes, armazones y separadores, deberá ser específicamente seleccionada para cada aplicación. Esta madera deberá ser lo suficientemente robusta como para soportar, sin partirse ni aplastarse excesivamente, el efecto de la carga. Asimismo, la madera seleccionada deberá estar relativamente libre de nudos y rajaduras.

En el caso particular de las bases, es importante seleccionar la madera que maximice la fricción tanto entre la base y la carga, como entre la base y el vehículo (madera dura/blanda, cepillada/sin cepillar). Las bases deberán diseñarse tomando en cuenta la relación ancho-altura, con objeto de evitar la tendencia al giro o a la volcadura. Las esquinas por donde pasen los amarres deberán redondearse con objeto de evitar, tanto que la madera se deforme, como que se pierda la pretensión del amarre.

Los bastidores deberán diseñarse para impedir que los objetos cilíndricos rueden cuando se les apliquen las aceleraciones mencionadas al principio de esta guía. Si el bastidor no lograra evitar que el cilindro ruede, se requerirá colocar, o un mayor número de amarres u otros amarres de mayor resistencia.

Los objetos cilíndricos no rodarán sólo si la relación de la distancia entre los puntos de contacto del objeto con el bastidor y el diámetro del cilindro es igual o mayor a 5/8, lo cual es equivalente a tener un ángulo de  $39^\circ$  en los bastidores (Figura 16).

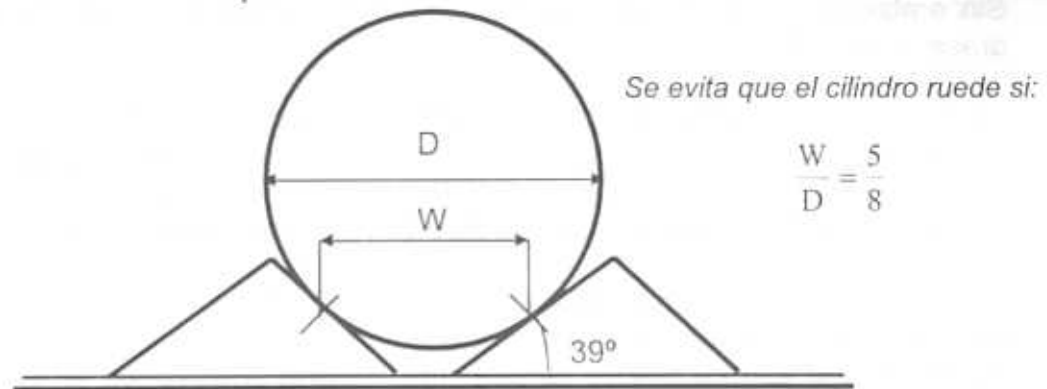


Figura 16. Dimensiones de un bastidor.

En el caso de cargas apiladas, el uso de materiales de empaque entre los diferentes niveles del apilamiento puede incrementar la fricción entre las superficies y reducir así la cantidad de amarres requeridos para fijar una determinada carga. Los artefactos que pueden ser colocados entre los niveles de cargas apiladas pueden ser tapetes antiderrapantes, tapetes de hule o travesaños de madera.

Para inmovilizar y separar de forma efectiva las cargas en el interior de las cajas cerradas o de los contenedores, existen, en una gran variedad de tamaños, bolsas inflables con aire (desechables o reusables). Estas bolsas de aire deberán usarse rigurosamente de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Sin embargo, este mismo fin puede lograrse empleando llantas de hule. No obstante, se hace notar que para el transporte de vehículos y equipo móvil, deberán emplearse sólo calzas o amarres directos.

#### 4.13 Tablas de selección de amarres (cuantos y de qué resistencia)

En esta sección se presenta la disposición y el número de los amarres a ser empleados para sujetar la carga, ya sea que estos amarres ejerzan una fuerza hacia abajo en la carga o que se fijen de manera directa a la misma.

##### 4.13.1 Amarres que proporcionan una fuerza hacia abajo

Para una cierta carga, la decisión por cuanto a la cantidad de amarres a usar y su resistencia dependerá del peso de la misma, así como de la fuerza a aplicar hacia abajo y del coeficiente de fricción entre las superficies de contacto de la carga con

el vehículo. Los amarres empleados serán tanto más efectivos cuanto más elevado sea el valor de la fricción entre las superficies de la carga y del vehículo. Sin embargo, dichas superficies deberán estar libres de contaminantes (aceite, grasa, agua, etc.) ya que éstos reducen la fricción.

Cuando las superficies de contacto de la carga con el vehículo tengan poca fricción, ésta podrá incrementarse al intercalar material antiderrapante entre estas superficies. Por ejemplo, tapetes ahulados o bases de madera. De esta forma, la inmovilización de la carga podrá lograrse con un menor número de amarres.

Si los amarres llegasen a aflojarse, la vibración de la carga podría ocasionar deslizamientos, los cuales reducirían a su vez la cantidad de fricción disponible para restringir el movimiento de la carga. Debido a esto, los amarres deberán pretensarse con objeto de proporcionar una fuerza de sujeción inicial de por lo menos el 20% del peso de la carga. Lo anterior, de acuerdo a que si la carga se llegase a deslizar, la fuerza de fricción podría reducirse a la mitad, dado que se aplicaría el coeficiente de fricción dinámico en vez del estático. Por ejemplo, para una superficie de contacto entre madera dura y placa de acero antiderrapante, el coeficiente de fricción dinámico es de 0.2, mientras que el estático es de 0.4.

Normalmente, las fuerzas de sujeción proporcionadas por los amarres, cuando éstos son colocados a un ángulo entre  $60^\circ$  y  $90^\circ$  respecto a la horizontal, son:

1,000 N → 1,600 N	Usando cuerdas tensadas y amarradas.
3,500 N → 7,000 N	Usando amarres tipo banda y tensores montados en el vehículo.
7,000 N → 10,000 N	Usando amarres tipo banda y tensores de matraca de ajuste manual.
7,000 N → 15,000 N	Usando amarres de cadena y "gatas".

Para sujetar cargas aprovechando la fricción, las siguientes tablas, de la tres a la seis, muestran recomendaciones respecto a la cantidad mínima de amarres requeridos en cada caso particular. Sin embargo, los transportistas deberán generar sus propias "Tablas de Selección de Amarres", una vez que ellos lleven a cabo la determinación experimental del coeficiente de fricción que exista entre sus vehículos y las cargas que transporten normalmente y tomar en cuenta los sistemas de sujeción más apropiados para sus aplicaciones particulares. La cantidad mínima de amarres recomendada en las tablas que se presentan, está basada en las siguientes hipótesis:

- 1) Los amarres están pretensados, de tal manera que proporcionan una fuerza de sujeción inicial de por lo menos el 20% del peso de la carga. Esto, para ayudar a impedir el movimiento de la carga ocasionado por la vibración.


- II ) El coeficiente de fricción estático mínimo de las superficies en contacto es de 0.4, que corresponde a una tarima de madera dura colocada sobre una plataforma seca de acero antiderrapante (Tablas 3 a la 5). En la Tabla 6 se utiliza un valor de 0.2 para este coeficiente, el cual corresponde a una pieza de fierro colado puesta sobre una plataforma seca de acero liso.
- III) Los amarres no se deslizan cuando están en contacto con la carga.

En la Tabla 3 se da el número mínimo recomendado de amarres a ser colocados sobre una carga, suponiendo una resistencia mínima a la tensión del amarre de 3,000 N (0.3 T aproximadamente). Esto es equivalente a una cuerda de material sintético de 1.2 cm de diámetro la cual no podrá deslizarse respecto a la carga estando a su máxima tensión permisible (su capacidad marcada por el fabricante). Para esta tabla 3 se ha supuesto que la fuerza de sujeción inicial proporcionada por una cuerda colocada a un ángulo entre  $60^\circ$  y  $90^\circ$  respecto a la horizontal, es de por lo menos 1,000 N, y que la de una cuerda colocada en un ángulo entre  $30^\circ$  y  $60^\circ$  respecto a la horizontal, es de por lo menos 600 N.

Cuando los amarres pasen sobre superficies lisas, por ejemplo flejes o metal liso, la fuerza máxima de sujeción dirigida hacia abajo no podrá desarrollarse debido al deslizamiento de los amarres al pasar sobre la carga. En tales casos, la fuerza de sujeción por fricción tendrá que calcularse utilizando la pretensión máxima del sujetador o amarre.

En la Tabla 3 también se incluye el número mínimo de amarres de alta resistencia (pretensión mínima de 3,000 N), que se requerirían para sujetar cargas deslizantes, esto es, para cuando la carga se pueda deslizar por debajo de los amarres. Por ejemplo, esta tabla muestra que tensores montados en el camión, que estuvieran pretensando a amarres tipo banda a una pretensión promedio de 3,000 N, teniendo estos amarres una capacidad marcada por el fabricante igual a 2 T, no proporcionarían la pretensión suficiente como para sujetar en forma efectiva cargas tales como el metal liso, ya que el coeficiente de fricción sería menor de 0.4.

En la Tabla 4 se presenta la cantidad mínima recomendada de amarres a ser colocados sobre la carga, considerando una resistencia mínima de 2 T para cada amarre. Esto equivale a tener una cadena de "transporte" de 7 u 8 mm de diámetro, o a un conjunto de amarres tipo banda de 2 T, los cuales, al estar a su máxima tensión marcada por el fabricante, no permitirán el deslizamiento de la carga.

PESO DE LA CARGA MAXIMA	ANGULO DE LOS AMARRES	
	de 60° 90°	de 30°a 60°
		
250 Kg	1	1
500 Kg	1	2
750 Kg	2	3
1 T	2	4
1.5 T	3	5
2 T	4	7
3 T	6	USESE OTRO METODO
4 T	8	

- Notas: 1) El valor del coeficiente de fricción se ha tomado de 0.4.  
 2) Cada sujetador es una cuerda de 1.2 cm de diámetro, con una resistencia mínima a la tensión de 0.3 T.

Tabla 3. Número mínimo de amarres de 0.3 T (cuerdas) que se requieren para sujetar carga mediante fricción.

Se supone que la fuerza de sujeción inicial proporcionada por un amarre (tipo cadena de "transporte" o tipo banda) colocado a un ángulo entre 60° y 90° respecto a la horizontal, es de por lo menos 7,000 N y que la de un sujetador colocado a un ángulo entre 30° y 60° respecto a la horizontal, de por lo menos 4,000 N. Los tensores montados en el camión, usados para tensar los amarres tipo banda, no son adecuados para alcanzar estos valores de pretensión, por lo cual en ese caso deberá emplearse la Tabla 6, la cual esta basada en un coeficiente de fricción más bajo (de 0.2).

Para distintos pesos de la carga, en la Tabla 5 se presenta la cantidad mínima recomendada de amarres a emplear, tomando 3 toneladas como la resistencia mínima a la tensión del amarre, lo cual equivale a una cadena de "transporte" de 1 cm de diámetro, la cual, al estar a su máxima tensión posible (la marcada por el fabricante), no podrá deslizarse respecto a la carga.

PESO DE LA CARGA MAXIMA (en T)	ANGULO DE LOS AMARRES	
	de 60° a 90° 	de 30° a 60° 
2	1	1
3	1	2
4	2	3
6	2	3
8	3	4
10	3	5
12	4	6
13	4	7
14	5	7
16	5	8
17	5	USESE OTRO METODO
20	6	
24	7	
27	8	


- Notas: 1) El valor del coeficiente ha sido tomado de 0.4.  
 2) Cada sujetador puede ser, por ejemplo, una cadena de "transporte" de 7 u 8 mm de diámetro o un sujetador tipo banda de 2 T.

Tabla 4. Número mínimo de amarres de 2 T que se requieren para sujetar la carga mediante fricción, para un coeficiente de fricción de 0.4.

La Tabla 5 también es aplicable para los amarres tipo cadena de "transporte" de 1.3 cm de diámetro, para cadenas "Grado T" de 8 y 10 mm de diámetro, y para conjuntos de amarres tipo banda de 5 T. Para este caso en particular, los amarres de mayor capacidad no representan ventaja alguna, debido a que está limitada la fuerza máxima de sujeción inicial que es posible obtener mediante los tensores empleados.

Se considera que la fuerza de sujeción inicial proporcionada por un amarre (tipo cadena o tipo banda), colocado a un ángulo entre 60° y 90° respecto a la horizontal, es de por lo menos 10,000 N, mientras que la de un sujetador colocado a un ángulo entre 30° y 60° respecto a la horizontal, es de por lo menos 6,000 N. Muchos cinturones para tensar los amarres tipo banda y muchos tensores de cadenas ("gatas") no son adecuados para alcanzar estos valores de pretensión,

por lo que en esos casos deberá aplicarse la Tabla 6, la cual está basada en un coeficiente de fricción menor (de 0.2).

PESO DE LA CARGA MAXIMA (en T)	ANGULO DE LOS AMARRES	
	de 60° 90° 	de 30° a 60° 
3	1	1
5	1	2
6	2	2
9	2	3
10	2	4
12	3	4
14	3	5
15	4	5
18	4	6
20	4	7
21	5	7
24	5	8
26	5	USESE OTRO METODO
30	6	

Notas: 1) El valor del coeficiente de fricción es de 0.4.

2) Cada sujetador puede ser, por ejemplo, una cadena de "transporte" de 1 o 1.3 cm de diámetro, una cadena "Grado T" de 8 o 10 mm de diámetro o un sujetador de banda de 5 T.

Tabla 5. Número mínimo de amarres de 5 T requeridos para sujetar la carga mediante fricción.

Deberá emplearse un mayor número de amarres en caso de que el coeficiente de fricción entre la carga y la superficie de la plataforma tenga un valor bajo. Por esto es que la Tabla 6 está basada en las mismas hipótesis de la Tabla 4, con excepción de que el coeficiente de fricción es de 0.2 en vez de 0.4. Es por esto que la Tabla 4 recomienda el uso de menos amarres para la misma carga.

El aseguramiento de la carga contra la cabecera del vehículo puede reducir el número de amarres requeridos. Por ejemplo, con amarres colocados a ángulos entre 60 y 90°, la Tabla 6 recomienda la colocación de 6 amarres para restringir el movimiento de una carga no asegurada de 6 T, mientras que con la carga asegurada a la cabecera del vehículo se requerirían únicamente 3 amarres.



PESO DE LA CARGA MAXIMA (en T)	ANGULO DE LOS AMARRES			
	FRENTE DE LA CARGA "ASEGURADO"		FRENTE DE LA CARGA "SUELTO"	
	de 60° 90° 	de 30°a 60° 	De 60° 90° 	de 30°a 60° 
1	1	1	1	2
2	1	2	2	3
3	2	3	3	5
4	2	3	4	6
5	3	4	5	8
6	3	5	6	USESE OTRO METODO
7	4	6	7	
8	4	6	7	
9	4	7	8	
10	5	8		
11	5			
13	6			
16	7			
18	8			

Notas: 1) El valor del coeficiente de fricción se ha tomado de 0.2.  
 2) Cada amarre puede ser, por ejemplo, una cadena de "transporte" de 7 u 8 mm de diámetro o un sujetador de banda con una capacidad marcada por el fabricante de 2T.

Tabla 6. Número mínimo de amarres de 2 T requeridos para sujetar carga mediante fricción, para un coeficiente de fricción de 0.2

#### 4.13.2 Amarres o sujetadores directos

Los amarres directos son aquellos que se fijan a la carga o que pasan a través o alrededor de ella, y que no requieren el que exista fricción entre la carga y la superficie de la plataforma del vehículo, proporcionando entonces toda la restricción necesaria para sujetar la carga.

Estos amarres directos son adecuados para restringir el movimiento de las cargas deslizantes o resbaladizas, y también el de aquellas cargas que estén sobre ruedas. La resistencia de estos amarres dependerá de su orientación respecto a la dirección en la que se requiere la restricción, y la tensión a la que queden sometidos se incrementará muy rápidamente si se tiende a colocarlos en posición cercana a la vertical. Este incremento en la tensión puede provocar que los amarres, ya sea tipo banda o tipo cadena, se rompan, con lo que la carga podría moverse.

Respecto a este tipo de sujeción, hay que destacar que si el ángulo de los amarres es pequeño, es decir, menor a  $25^{\circ}$ , no existe un incremento significativo en la fricción. Esto es, la tensión en un amarre posicionado a  $25^{\circ}$ , sólo es 10 % mayor que la de un sujetador colocado horizontalmente. Sin embargo, colocando al amarre a un ángulo mayor de  $25^{\circ}$ , éste podrá llegar a proporcionar una restricción vertical significativa sobre la carga, alrededor del 40 % de su capacidad.

En caso de que sean empleados amarres horizontales para restringir el movimiento de la carga, ya sea hacia adelante, hacia atrás o hacia los costados, deberá proporcionarse, por separado, la restricción necesaria para impedir el movimiento vertical, la cual impida el que las cargas altas se vuelvan inestables y vuelquen.

Para evitar movimientos horizontales hacia adelante, hacia atrás, o hacia los costados, los amarres directos deberán colocarse a menos de  $60^{\circ}$  respecto a la horizontal. Por ejemplo, para una carga que requiera de una restricción de 1 T para evitar su desplazamiento horizontal, los amarres directos deberán tener las resistencias siguientes:

- 1.1 T si el sujetador se coloca a  $25^{\circ}$  respecto a la horizontal (RECOMENDADO).
- 2.0 T si el sujetador se coloca a  $60^{\circ}$  respecto a la horizontal (MÁXIMO RECOMENDADO).
- 10.0 T si el sujetador se coloca a  $84^{\circ}$  respecto a la horizontal (NO RECOMENDADO, PELIGROSO).

Una regla simple para garantizar el que los amarres tengan la capacidad suficiente consiste en seleccionar amarres que, al ser colocados a menos de  $60^{\circ}$

respecto a la dirección del movimiento, tengan una capacidad marcada por el fabricante de al menos lo indicado a continuación:

- Para la dirección hacia delante: Dos veces el peso de la carga.
- Para la dirección hacia atrás: El peso de la carga.
- Para la dirección hacia los costados: El peso de la carga.

En algunos casos la aplicación de esta regla puede dar como resultado la selección de amarres de mayor capacidad que la necesaria. Para lograr una mayor exactitud en esta selección, es conveniente consultar las tablas de capacidad de amarres directos o calcular las fuerzas de restricción obtenidas.

En caso de no tener disponibles amarres de mayor capacidad, si son empleados los dispositivos adecuados para soportar la carga (grilletes, armellas, argollas, etc.), es posible usar, para incrementar la capacidad de restricción de carga, varios amarres, en vez de amarres individuales.

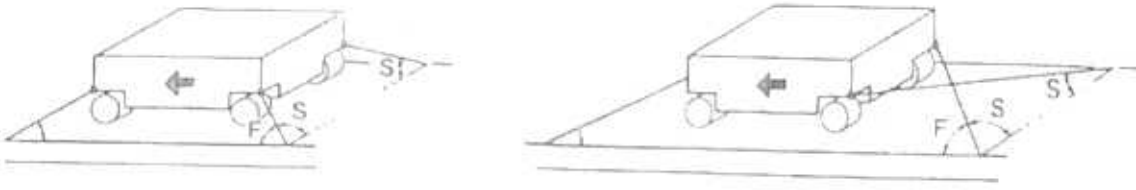
La Tabla 7 muestra la capacidad mínima marcada por el fabricante, de amarres usados comúnmente. Se hace notar que algunas marcas de amarres pueden tener una capacidad ligeramente mayor a la que se indica en la tabla. Para amarres cuya capacidad marcada por el fabricante sea de 0.3, 2, 3, 5, 10 ó 16 T, en la Tabla 8 se muestran las capacidades mínimas que se recomienda tengan los amarres directos que sean utilizados para restringir el movimiento de cargas cuyos pesos fluctúen entre los 250 kg y las 32 T.

CAPACIDAD MARCADA POR EL FABRICANTE (en T)	DESCRIPCION DEL AMARRE
0.3	Cuerda sintética de 1.2 cm de diámetro.
2	Cadena de "Transporte" de 7 u 8 mm de diámetro o amarre tipo banda de 2 T.
3	Cadena de "Transporte" de 1 cm de diámetro.
5	Cadena de "Transporte" de 1.3 cm de diámetro o amarre tipo banda de 5 T.
10	Cadena "Grado T" de 1.3 cm de diámetro.
16	Cadena "Grado T" de 1.6 cm de diámetro.

Nota: La capacidad marcada por el fabricante de estos productos, para su aplicación como amarres directos, puede ser significativamente mayor a su capacidad máxima de levantamiento.

Tabla 7. Capacidad o resistencia de los amarres.

En caso de que se requiera pretensar los amarres del lado opuesto de la carga, por ejemplo, para resistir el movimiento de rebote de los vehículos con neumáticos, la capacidad de restricción de estos amarres quedará reducida por el efecto de la pretensión inicial en esa dirección. Hay que señalar que esto no se tomó en cuenta durante la elaboración de la Tabla 8, por lo que en tales casos deberá tomarse un margen de tolerancia apropiado, mediante la selección de amarres de mayor capacidad. En todo caso deberán seleccionarse amarres que tengan una capacidad marcada por el fabricante por lo menos igual a la que se recomienda en la Tabla 8.



PESO TOTAL DE LA CARGA (MAXIMO)	RESISTENCIA DE CADA AMARRE QUE IMPIDA EL MOVIMIENTO HACIA DELANTE (EN T)		RESISTENCIA DE CADA AMARRE QUE IMPIDA EL MOVIMIENTO HACIA ATRAS O HACIA LOS LADOS (EN T)	
	ANGULO "F" de 0 a 30°	ANGULO "F" de 30 a 60°	ANGULO "S" de 0 a 30°	ANGULO "S" de 30 a 60°
250 Kg	0.3	0.3	0.3	0.3
500 Kg	0.3	2	0.3	0.3
750 Kg	2	2	0.3	2
1 T	2	2	0.3	2
2 T	2	2	2	2
3	2	3	2	2
4	2	5	2	2
6	3	5	2	3
10	5	10	3	5
12	10	10	5	10
17	10	16	5	10
20	10	16	10	10
21	10	USESE OTRO METODO	10	16
32	16	USESE OTRO METODO	10	16

Tabla 8. Amarres directos: Capacidad mínima requerida para restringir el movimiento de la carga que no presente fricción.

## **5. Necesidades específicas por tipo de mercancía**

Teniendo como finalidad la de optimizar tanto el diseño como la aplicación de los sistemas de sujeción, en esta sección se proporcionan directivas y recomendaciones enfocadas específicamente a diversos tipos de productos, las cuales toman en cuenta las necesidades particulares de sujeción de éstos.

### **5.1 Carga en general**

La carga en general comprende, por lo común, una combinación de diferentes tipos de cargas las cuales pueden variar considerablemente por cuanto a su masa, tamaño y forma. Este tipo de carga puede estar compuesta por un gran número de objetos pequeños, incluyendo cajas, embalajes, bolsas, tambos y recipientes de plástico, así como por objetos individuales grandes tales como tarimas, bobinas de acero y maquinaria.

Con objeto de evitar su movimiento horizontal, las cargas empacadas deberán acomodarse con separaciones mínimas en el interior de la caja del vehículo, pudiéndose emplear separadores de carga, tales como las placas de estiba, ya sea para sujetar objetos individuales en la carga, o para proteger de posibles daños a objetos frágiles. El movimiento de los objetos pequeños puede evitarse al colocarlos entre los objetos grandes.

La sujeción de cargas individuales grandes requerirá de amarres adicionales, los cuales deberán fijarse a las estructuras laterales, frontales o traseras de la caja del vehículo.

Con objeto de mantener una distribución correcta del peso y una buena sujeción, cuando una parte de la carga se agregue o se retire durante el trayecto, la carga en su conjunto deberá reacomodarse y volverse a sujetar.

#### **5.1.1 Símbolos para carga internacional**

Con objeto de proporcionar información e instrucciones especiales para su manejo, muchos tipos de cargas, en particular la internacional, están marcadas con símbolos específicos (Figura 17). Estos símbolos pueden tener entre 10 y 20 cm de altura, normalmente son de color negro y pueden aparecer varios en una misma carga.

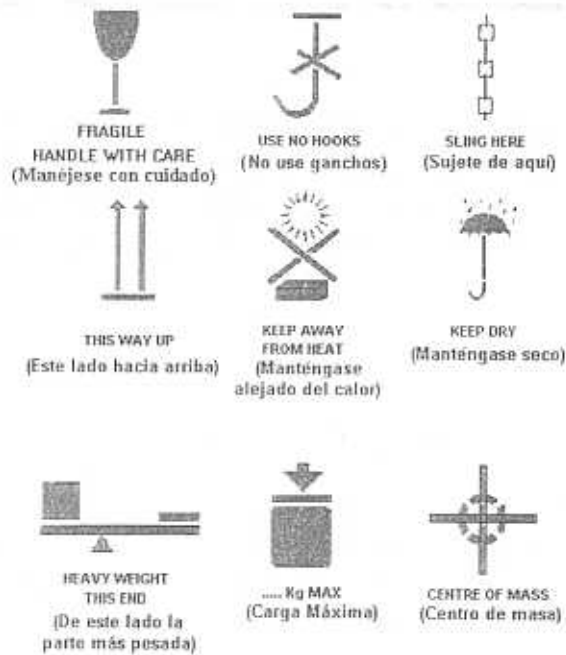


Figura 17. Símbolos para carga internacional.

Por lo general, los símbolos se ponen en las esquinas superiores izquierda y derecha de la cara principal vertical de la carga, y si es posible se repiten en las otras caras. Sin embargo, símbolos tales como "SLING HERE" (cuelgue de aquí) y "KEEP AWAY FROM HEAT" (manténgase alejado del calor), son puestos por lo general sobre la cara vertical más baja.

Los materiales peligrosos se marcan con letreros que indican la clase de producto transportado. Estas marcas corresponden a una Norma Internacional, cuya aplicación general está recomendada por la Organización de las Naciones Unidas (ONU). En México, las normas para el transporte de materiales peligrosos están contenidas en el "Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de abril de 1993.

### 5.1.2 Lonas y costados tipo cortina

Con objeto de evitar la penetración del viento y de la lluvia al interior del compartimiento de carga, las lonas deberán sujetarse al vehículo de tal forma que el traslape entre ellas quede hacia atrás. Asimismo, y con objeto de evitar un daño mayor durante el viaje, toda lona o costado tipo cortina que estén rasgados deberán remplazarse o repararse temporalmente.

Al colocar las lonas deberá tenerse cuidado de no ocultar ninguna luz o reflector obligatorio del vehículo, tampoco las placas de circulación. Asimismo, deberá asegurarse que queden fijas todas las cuerdas sueltas así como los extremos de la lona.

Los costados tipo cortina no deberán usarse para sujetar carga, a menos que se utilicen junto con rejas (Figura 18).



Figura 18. Costados tipo cortina y rejas.

### 5.1.3 Cajas

Las cajas deberán acomodarse de tal forma que se evite su movimiento horizontal y cuando sea posible deberán bloquearse unas con otras. Asimismo, deberán apilarse a una altura uniforme, cuidando que los objetos más pesados queden en la parte inferior.

En caso de que la carga sobresalga de los costados del vehículo, ésta deberá sujetarse verticalmente empleando los amarres apropiados. Las lonas sólo podrán usarse para la sujeción vertical de cargas ligeras.

### 5.1.4 Bolsas y sacos

Preferentemente, las bolsas y los sacos deberán colocarse sobre sus costados, apilándolos en capas alternadas de piezas colocadas en ángulos rectos, no debiéndose colocar más de dos capas sucesivas en la misma dirección. Los apilamientos deberán tener la misma altura y deberá colocarse por lo menos un amarre cruzado por cada dos pilas de piezas.

Asimismo, se requieren tensores elásticos para ciertas cargas en las que los amarres, al quedar atrapados entre las bolsas, pudieran aflojarse.

Algunas bolsas hechas de material sintético o plástico son resbaladizas y resultan inconvenientes para ser apiladas, a menos que se usen restrictores adicionales.

Las bolsas deberán cubrirse con una lona con objeto de proporcionarles una restricción adicional y toda bolsa vacía deberá sujetarse al vehículo.

### **5.1.5 Envases de plástico**

En general, y debido a su carencia de solidez y rigidez, el movimiento de los envases de plástico no se puede restringir por medio de amarres y tampoco pueden apilarse. Por lo tanto, el movimiento de estos envases deberá restringirse empleando las estructuras de las cajas de los vehículos, tales como las compuertas laterales y las cabeceras. Estas estructuras los sujetarán de forma efectiva y evitarán cualquier movimiento horizontal.

### **5.1.6 Cargas cilíndricas (tambos, rollos, etc.)**

Deberán colocarse sobre su base todas las cargas cilíndricas en las que su largo sea inferior al diámetro de su base.

El acomodo de cargas cilíndricas en las que el largo sea mayor a dos veces el diámetro de la base, quedará determinado tomando en cuenta tanto el largo total del cilindro como el largo del vehículo, así como el método de manipulación empleado.

Las cargas cilíndricas que no estén restringidas por las estructuras de la caja del vehículo o por la carga misma, requerirán de amarres para evitar su movimiento.

Los cilindros largos podrán transportarse en posición vertical, por ejemplo, si se sujetan contra una cabecera o se concentran, bien sujetos y apretados, en el centro de un paquete de otro tipo de carga.

### **5.1.7 Tabiques y bloques**

Por lo general, los tabiques y los bloques deberán transportarse apilados sobre tarimas, en tres o cuatro capas y deberán inmovilizarse por medio de las cabeceras y las compuertas.



Tanto los clientes como los operadores y conductores deben conocer el riesgo potencial en caso de que los tabiques o bloques caigan de los vehículos.

Por lo general, el uso de amarres o de lonas no es suficiente como para evitar que los tabiques o bloques individuales se suelten y caigan del vehículo durante el trayecto, de ahí la importancia de no tener más de tres o cuatro capas.

Cuando los tabiques o bloques no estén totalmente cubiertos por una cubierta o embalaje adecuados, este tipo de carga deberá contenerse por medio de las cabeceras o alrededor de la plataforma.

### **5.1.8 Ganado**

El ganado es transportado tanto en cajas especialmente diseñadas como en embalajes desmontables. Este tipo de carga deberá transportarse de tal forma que se minimicen los daños a los animales en lo individual y se evite la inestabilidad del vehículo producida por el potencial movimiento de la carga.

Cuando el ganado se transporte mediante embalajes de plataformas múltiples, ningún animal deberá colocarse en un nivel superior sino hasta que todo el espacio disponible en los niveles inferiores sea ocupado (excepto en el caso de cajas equipadas con rampas).

### **5.1.9 Material peligroso**

Para el transporte de material peligroso, consulte la reglamentación vigente, esto es, el "Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de abril de 1993.

## **5.2 Madera y productos de madera**

### **5.2.1 Troncos**

El transporte de troncos de madera es altamente especializado y es efectuado mediante vehículos contruidos y diseñados específicamente para ese propósito, tales como remolques tipo carreta, remolques esqueléticos y con balancín o pértiga y semirremolques esqueléticos y combinaciones dobles. Con objeto de contener y restringir el movimiento de los troncos, estos vehículos están equipados tanto con soportes horizontales como con calzas o cuñas y, en cada extremo, con postes o puntales verticales (Figura 19).

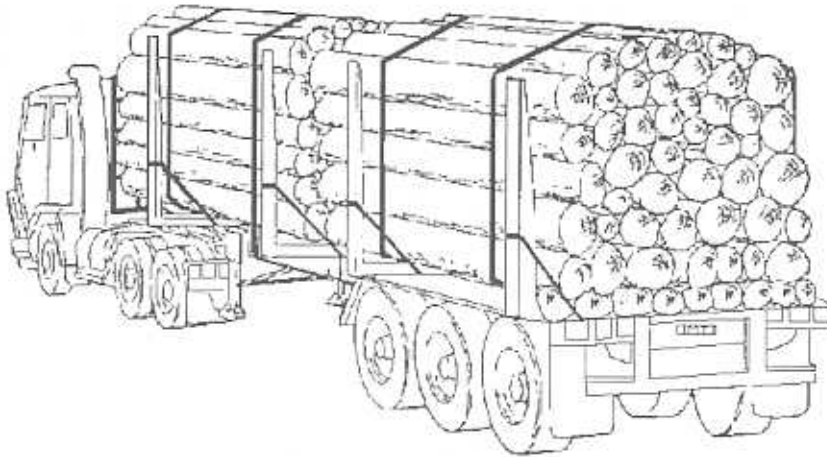


Figura 19. Semirremolque esquelético cargado con troncos.

Los postes que detienen los troncos lateralmente pueden ser fijos, pivotantes o desmontables, siendo usados los postes pivotantes para facilitar la descarga.

Los troncos exteriores de un apilamiento deberán quedar sujetos a por lo menos dos postes.

#### 5.2.1.1 Amarres

Los troncos de madera deberán sujetarse mediante bandas o eslingas, cadenas o cables de acero y deberán emplearse los tensores adecuados. Como una alternativa a los tensores manuales podrán utilizarse tensores automáticos, ya sea del tipo motorizados o auto-tensantes. Estos últimos proporcionan un ajuste continuo de la pretensión durante todo el trayecto.

#### 5.2.1.2 Bandas

El ancho mínimo de las bandas o eslingas para sujetar troncos deberá ser de 5 cm, y deberán tener una capacidad de carga marcada por el fabricante de por lo menos 2 T.

Deberá evitarse el uso de amarres tipo banda, los cuales estén en contacto directo con la corteza rasposa del tronco. Dado el caso, deberán emplearse las cubiertas o envolturas protectoras adecuadas.

### 5.2.1.3 Cadenas

El diámetro mínimo de las cadenas utilizadas para sujetar troncos deberá ser de 8 mm, asimismo, deberán ser de alta resistencia a la tensión o bien, ser "cadenas de transporte", con una capacidad marcada por el fabricante de por lo menos 2 T. En su defecto, deberán ser cadenas de 7 mm de diámetro "Grado T", con una capacidad marcada por el fabricante de por lo menos 3.2 T.

Para sujetar los troncos a los remolques tipo carreta, el diámetro mínimo de las cadenas deberá ser de 1.3 cm y ser de alta resistencia a la tensión o "cadena de transporte", con una capacidad marcada por el fabricante de por lo menos 5 T.

En caso de emplear una "cadena de transporte" de alta resistencia a la tensión, con capacidad marcada por el fabricante de por lo menos 2 T, el diámetro mínimo de las cadenas a ser usadas para sujetar los postes de los remolques esqueléticos deberá ser de 8 mm, o de 7 mm en caso de emplear una cadena "Grado T" que tenga una capacidad marcada por el fabricante de al menos 3.2 T.

### 5.2.1.4 Cables de acero

Los cables de acero que se utilicen para sujetar troncos de madera deberán tener por lo menos 1.2 cm de diámetro y tener una capacidad marcada por el fabricante de por lo menos 2.5 T (equivalente a un tercio de la resistencia mínima a la ruptura).

Aquellos cables que sean utilizados para sujetar troncos en los remolques tipo carreta, deberán tener un núcleo WRC (*Wire Rope Core*) de Grado 1770, y un diámetro de por lo menos 1.9 cm y una capacidad marcada por el fabricante de por lo menos 7 T.

Los cables de acero que se utilicen para sujetar troncos a remolques esqueléticos deberán ser WRC Grado 1770, de por lo menos 1.6 cm de diámetro y tener una capacidad marcada por el fabricante de por lo menos 4.5 T.

## 5.2.2 Colocación de la carga

En el caso de un remolque tipo carreta, el colocar los troncos a lo largo ayudará a asegurar el que la carga se distribuya uniformemente en el vehículo. Estos remolques, cuando están equipados con calzas ajustables, pueden ser empleados para cargar de manera efectiva a los troncos, ya sea con las puntas de éstos hacia adelante o con las puntas alternadas.

La parte media del tronco que quede colocado en la parte superior de cualquiera de los costados, no deberá estar más arriba que la punta del poste de cada esquina. Los troncos superiores que se encuentren en la parte central del ancho del vehículo pueden sobresalir por arriba de las puntas de los postes, "coronando" la carga (Figura 20). Sin embargo, no deberán sobresalir del tronco contiguo una distancia mayor a su radio.

Cuando sea posible, los troncos cortos podrán colocarse entre los más largos, en la parte central de la carga.

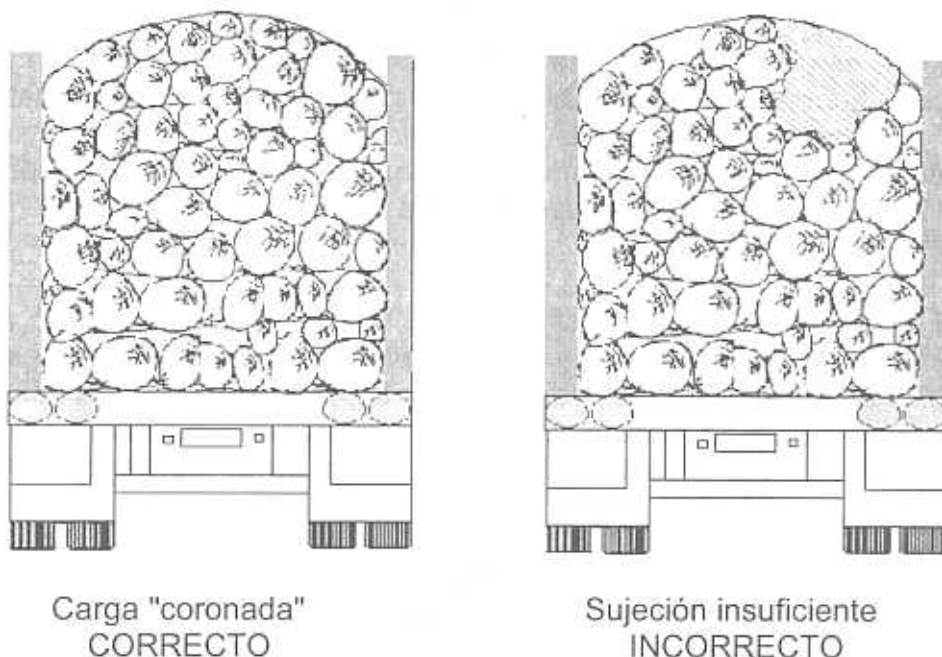


Figura 20. Colocación de troncos en un remolque tipo esquelético.

#### 5.2.2.1 Aplicación de amarres

Los troncos de hasta 12 m de largo deberán sujetarse con al menos dos amarres, mientras que los de más de 12 m requerirán de por lo menos tres amarres; cada tronco que quede colocado en el lado de afuera deberá sujetarse con al menos dos amarres.

En caso de que sean colocados troncos cortos en la parte superior de la carga, deberán usarse amarres adicionales para su fijación.

### **5.2.3 Productos de madera procesada**

La madera procesada en forma de madera aserrada, hojas o troncos redondos pulidos, puede ser transportada ya sea suelta o empacada, pudiendo restringir su movimiento mediante el uso de un vehículo apropiado que la contenga, como puede ser uno que esté equipado con cabecera y compuertas laterales y traseras, o bien, sujetándola a la plataforma del vehículo por medio de amarres.

### **5.2.4 Cargas contenidas**

La madera puede ser transportada sin ningún sujetador en vehículos con costados, siempre y cuando la cabecera y las compuertas laterales y traseras tengan la resistencia suficiente como para restringir el movimiento de la carga. Así, no se requerirá de amarres si los paquetes de madera están por abajo tanto de la cabecera como de las compuertas laterales y traseras, y si estos paquetes se acomodan de tal forma que queden ajustados en el vehículo, evitando con ello que se desplacen hacia adelante, hacia atrás o hacia los costados.

En un vehículo con costados podrán transportarse pequeñas cantidades de madera suelta, siempre y cuando ésta se encuentre por lo menos a 15 cm por abajo de los costados, de tal forma que no pueda caerse del vehículo como resultado del viento o de la rugosidad del camino.

Cuando sean transportadas en vehículos abiertos, puesto que el viento puede levantarlas fácilmente y sacarlas del vehículo, las hojas sueltas de triplay ligero o de aglomerado deberán ser inmovilizadas mediante amarres.

### **5.2.5 Uso de amarres indirectos**

El uso de amarres para la sujeción de productos de madera procesada a vehículos abiertos de plataforma, requiere de métodos y precauciones especiales. En este caso, los amarres son utilizados para incrementar la fuerza de fricción entre la carga y la plataforma del vehículo, ayudando así a evitar el movimiento de la carga.

En los casos en que tanto una textura lisa de las superficies como la presencia de partículas de aserrín reduzcan la fricción, la carga deberá asegurarse a la estructura del vehículo, con objeto de proporcionarle una restricción adicional. El movimiento de la carga hacia adelante se restringirá mediante una combinación basada en el uso de amarres y en el aseguramiento de la carga a unas cabeceras reforzadas, mientras que los movimientos laterales y hacia atrás podrán evitarse simplemente colocando amarres.

Si para no tener una mala distribución del peso en el vehículo, el frente de la carga se coloca separado de la cabecera, el potencial movimiento de la carga hacia delante, debido a la existencia de este hueco, deberá evitarse mediante el relleno de este espacio con madera.

Cuando la carga no pueda asegurarse ni directa ni indirectamente a la cabecera del vehículo, su inmovilización deberá efectuarse mediante el uso de amarres adicionales. Estos amarres adicionales deberán colocarse en puntos donde la carga sea rígida y espaciados a no más de 1.5 m a lo largo de la longitud total de la carga. Se recomienda que los extremos de la carga sean cubiertos con algún implemento protector y que los amarres sean colocados a una distancia no mayor de 75 cm del extremo de la carga.

Los potenciales daños a la madera pueden ser evitados mediante el uso de amarres tipo banda o empleando los protectores adecuados en los cables, las cadenas y dispositivos de sujeción.

Debido a que la madera tiende a asentarse en el vehículo, los amarres deberán tensarse al inicio del viaje y verificarse durante el trayecto.

### **5.2.6 Uso de amarres directos**

Cuando se tengan cantidades pequeñas de madera suelta, éstas podrán sujetarse mediante cuerdas atadas alrededor, siendo fijados los dos extremos de la cuerda a los puntos de amarre del vehículo.

### **5.2.7 Madera suelta**

Longitudinal o transversalmente, dependiendo de su longitud, la madera suelta puede ser transportada en los vehículos. En particular, la madera pulida tiene un coeficiente de fricción bajo, por lo que aumenta la probabilidad de que algunas maderas, no sujetas correctamente, se deslicen individualmente hacia afuera de la carga.

### **5.2.8 Madera suelta colocada longitudinalmente**

El movimiento de la madera hacia delante deberá evitarse mediante el empleo de amarres para la sujeción de ésta, ya sea a la cabecera del vehículo o a una mampara. Asimismo, estos amarres deberán evitar los movimientos de la carga hacia atrás y hacia los costados.

Para evitar la tendencia de la carga a desplazarse lateralmente, en cada costado del vehículo deberán colocarse al menos dos postes. Cuando se utilicen sólo dos pares de postes, los extremos exteriores de la madera deberán sobresalir por lo menos 30 cm fuera de estos postes, siendo la madera más larga colocada sobre la parte exterior del apilamiento y la más corta en el interior, no debiendo estar por arriba del poste el centro de cualquiera de las dos maderas exteriores de la parte de encima. La madera de encima colocada en la parte media deberá colocarse por arriba de la madera de los costados, con objeto de "coronar" la carga y de esta forma permitir que se tensen correctamente los amarres (Figura 21).

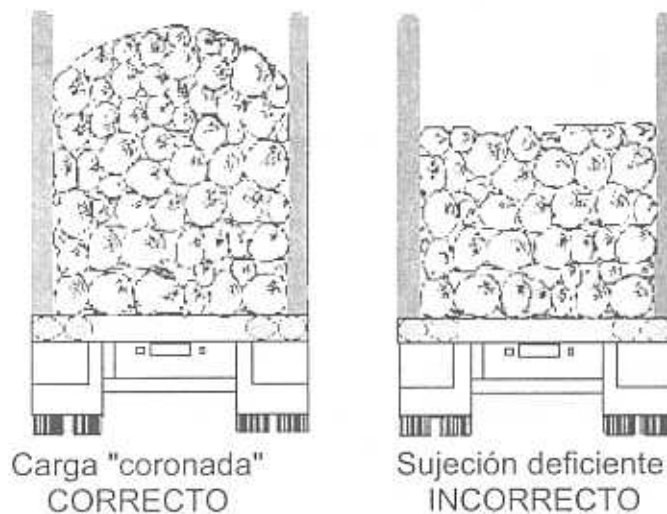
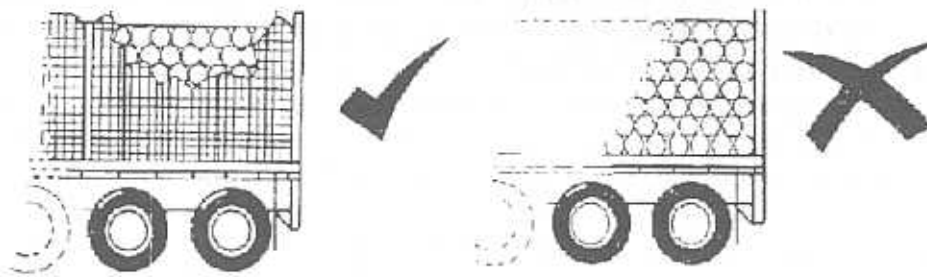


Figura 21. Colocación longitudinal de madera suelta en un remolque esquelético.

### 5.2.9 Madera suelta colocada transversalmente

Deberán colocarse rejas laterales o algún otro método de restricción directa adecuado, siempre que entre los postes de la plataforma del vehículo sea colocada madera en forma transversal cuya longitud sea menor a 2.5 m. Esto con objeto de evitar posibles deslizamientos de la madera hacia los costados (Figura 22).

En caso de que las cargas ocupen el largo total del vehículo, los amarres no proporcionarán una restricción lateral efectiva, aún cuando la carga esté "coronada", es decir, aun cuando la madera de encima de la parte media esté más arriba que la madera de los costados. En estos casos deberán utilizarse métodos de restricción directa, tales como las rejas laterales.



Carga restringida por rejas  
CORRECTO

Restricción lateral inexistente  
INCORRECTO

Figura 22. Colocación transversal de madera en un remolque tipo esquelético.

### 5.2.10 Madera de gran longitud

Con objeto de minimizar cualquier balanceo, la madera de gran longitud, ya sea suelta o empacada, deberá descansarse uniformemente sobre toda la longitud de la caja del vehículo. Al respecto, toda madera o extremo suelto que sobresalga de la carga deberá inmovilizarse mediante los amarres adecuados.

Las cargas largas deberán transportarse en vehículos cuyas cajas tengan la longitud apropiada.

### 5.2.11 Hojas de madera sueltas

Debido al aserrín presente, las hojas sueltas apiladas de triplay o de aglomerado prácticamente no tienen fricción entre ellas. Por lo tanto, deberá evitarse su deslizamiento mediante su aseguramiento a las redilas o estacas, o mediante el uso de los amarres adecuados.

### 5.2.12 Embalaje y flejado de paquetes de madera

De entre las causas para que la madera se caiga del vehículo, la principal ha sido la falla de los sistemas de embalaje, ya que el aplastamiento de la base de los soportes de la madera provoca un aumento en la fuerza que deben resistir los amarres.



Al respecto, y debido a que el flejado de los paquetes se tensa desde la parte superior, la base del paquete puede quedar floja. Por lo tanto, es importante que el sistema de ensamblado y flejado que se utilice asegure que los niveles inferiores también se compriman durante el proceso de empaque.

La carga no deberá transportarse si el fleje de los paquetes de madera está dañado, a menos que se tomen las precauciones adicionales para asegurar que la carga se sujete apropiadamente.

Los consignatarios de productos empaquetados de madera deberán garantizar tanto que el tamaño de los paquetes como su sistema de flejado, son los adecuados para sujetar de manera individual a todas las piezas de madera.

### **5.3 Productos metálicos**

Esta sección presenta información específica para la sujeción de productos metálicos.

Debido a que normalmente son pesadas y resbaladizas, así como largas, redondas o con bordes afilados, las cargas metálicas son difíciles de sujetar apropiadamente para su transporte. Por esto, para transportar productos metálicos es importante utilizar tanto el vehículo correcto en tipo y tamaño, como el método de sujeción apropiado.

El peso, dimensiones y tipo de carga determinará el tipo de vehículo a emplear, siendo fundamental el tener una distribución apropiada del peso a lo largo del vehículo, tanto para mantener la estabilidad del vehículo como para satisfacer los requerimientos de carga por eje.

Por lo general, el sistema más apropiado para la restricción del movimiento de este tipo de carga deberá contener equipos especiales tales como soportes, estructuras o bastidores y recipientes, los cuales deberán estar adaptados a los tipos de carga que se transporten regularmente. A pesar de que un equipo especial requerirá de una inversión inicial, ésta se pagará ampliamente al asegurarse así una reducción en los tiempos empleados para maniobrar la carga y descarga de los vehículos, aparte de proporcionar una seguridad mayor tanto para la carga como para el vehículo, así como daños menores a los productos transportados.

Siendo intrínsecamente bajo el coeficiente de fricción entre objetos metálicos lisos, la presencia de lubricantes tales como aceite, grasa o agua tiene un efecto insignificante. Por lo tanto, en la inmovilización de este tipo de cargas es conveniente considerarlas como si estuviesen descansando sobre rodillos, y sujetarla de acuerdo a esa condición.

Los consignatarios de paquetes de productos metálicos deberán garantizar tanto que el tamaño de los paquetes como su flejado, son los adecuados para impedir de manera individual el movimiento de cada sección de la carga metálica.

### 5.3.1 Restricción directa del movimiento

Siempre que sea posible, el movimiento de los productos metálicos deberá evitarse mediante alguna de las siguientes formas directas de inmovilización:

- Conteniéndola en un contenedor o en una caja cerrada.
- Asegurándola a una cabecera o mampara.
- Fijándola al vehículo con amarres directos.

Los amarres directos a ser empleados para este tipo de carga únicamente podrán ser del tipo banda o cadenas, ya que las cuerdas no son lo suficientemente resistentes como para inmovilizar adecuadamente cargas metálicas con peso mayor a media tonelada.

### 5.3.2 Restricción del movimiento por fricción

Para inmovilizar productos metálicos sólo podrán usarse amarres tensados cuando las superficies en contacto tengan la fricción suficiente como para proporcionar la restricción de movimiento necesaria. Por lo común, ello requerirá el uso de materiales de empaque intercalados en los apilamientos de la carga, aparte de colocar estos empaques también entre la carga y la superficie de acero lisa o con dibujo antiderrapante de las plataformas de los vehículos.

Las bases de madera pueden proporcionar la fricción mínima requerida, y los tapetes especiales a base de hule pueden incrementar la fricción hasta un nivel tal que la inmovilización de la carga puede lograrse simplemente con el uso de amarres.

Los apilamientos de productos metálicos lisos en los que hayan sido intercalados empaques, deberán inmovilizarse combinando el uso de amarres con el aseguramiento de esta carga a una cabecera o mampara. Es importante enfatizar que cuando en las superficies se encuentren presentes rastros de aceite o grasa, los amarres no son efectivos para inmovilizar la carga ni hacia atrás ni hacia los lados.

Para cargas metálicas deberán usarse amarres cuya capacidad marcada por el fabricante sea al menos de 2 T, siendo colocado un sujetador cada 1.5 m a lo largo de la carga.

Al igual que lo señalado en el punto anterior, las cadenas, bandas y el fleje metálico son los tipos de amarres que deberán emplearse para inmovilizar la mayor parte de las cargas metálicas, ya que las cuerdas no son lo suficientemente resistentes.

### 5.3.3 Placas y láminas

Generalmente, las placas metálicas son transportadas sueltas, mientras que las láminas son empaquetadas y flejadas. Respecto a las placas de metal sueltas, éstas deberán inmovilizarse en todas las direcciones, mediante su aseguramiento a la cabecera, mamparas, redilas, rieles-defensa, postes, espigas y estacas, según lo permita el equipamiento disponible en el vehículo. Los amarres empleados para proporcionar una restricción adicional deberán considerarse complementos al aseguramiento ya indicado y nunca deberá recaer sobre estos amarres toda la sujeción (Figura 23).

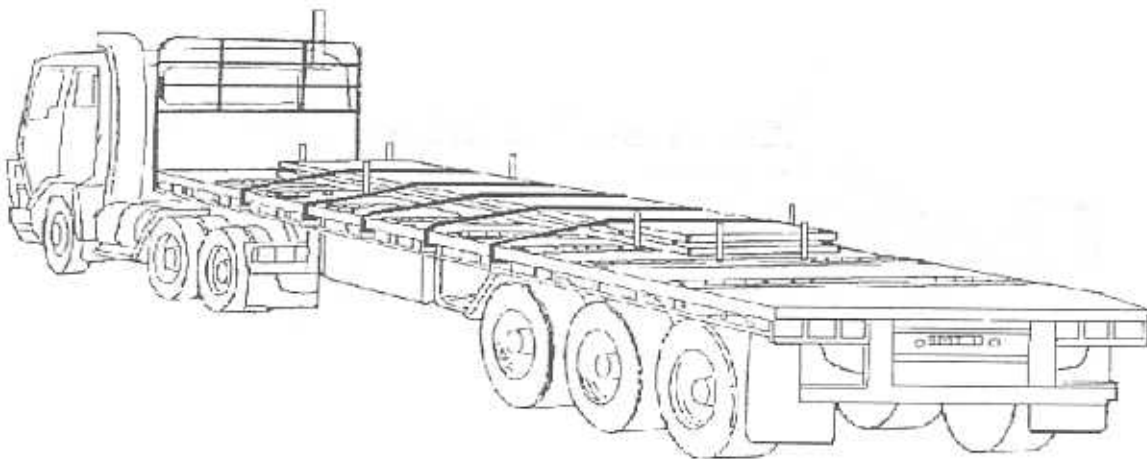


Figura 23. Sujeción de placas metálicas sueltas.

Debido a que las placas y láminas de metal colocadas en forma horizontal sobre un vehículo constituyen un apilamiento de baja altura, frecuentemente los amarres que van desde los rieles-defensa y que pasan por encima de la carga no están lo suficientemente angulados como para que de manera efectiva fijen la carga al vehículo. Por lo anterior, la altura de la carga deberá aumentarse mediante el uso de madera especial para embalaje, a fin de que los amarres formen un ángulo de al menos  $30^{\circ}$  respecto a la horizontal.

Con objeto de permitir la colocación de estacas, espigas o postes (puntales) en los puntos en los que se requiera, aquellos vehículos que regularmente carguen placas sueltas deberán equiparse con varios receptáculos tanto a lo largo de sus costados como a través de su plataforma. Esto con el objeto de proporcionar una restricción directa al movimiento de la carga. Como una alternativa a estos receptáculos podrán usarse bastidores desmontables equipados con estacas, espigas o postes ajustables.

La inmovilización hacia delante de los paquetes de lámina metálica deberá efectuarse mediante su aseguramiento a una cabecera o mampara, combinado ello con el uso de amarres. La inmovilización hacia los costados y hacia atrás podrá efectuarse por medio de amarres (Figura 24).

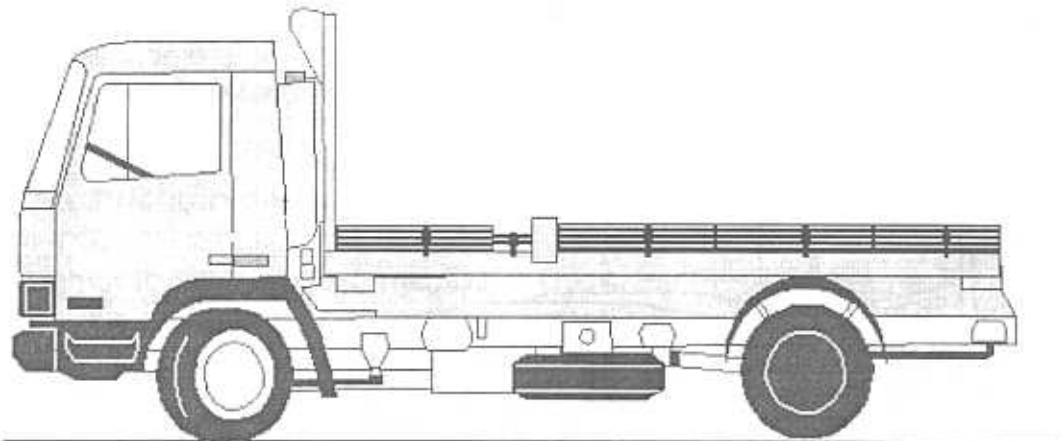


Figura 24. Sujeción de paquetes de láminas metálicas.

Por lo general, las cargas de gran longitud tales como las láminas para techos, requerirán del uso de remolques y semirremolques especiales, los cuales deberán cumplir tanto con el "Reglamento sobre el Peso, Dimensiones y Capacidad de los Vehículos de Autotransporte que Transitan en los Caminos y Puentes de Jurisdicción Federal", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 26 de enero de 1994, como con las modificaciones a éste, publicadas en el Diario Oficial de la Federación el 7 de mayo de 1996. Asimismo, estos equipos de transporte deberán cumplir con la Norma Oficial Mexicana NOM-012-SCT-2-1995, o en todo caso, con la reglamentación respectiva vigente.

### 5.3.4 Tramos de acero rolado o laminado

Por lo general, el transporte de tramos de acero rolado o laminado, así como del acero estructural prefabricado, implica el tener que manejar cargas pesadas y de gran longitud. Por lo tanto, este tipo de cargas deberán transportarse en vehículos especialmente diseñados o equipados para ello.

Por sí solos, los amarres no son lo suficientemente fuertes como para inmovilizar de manera eficaz hacia delante a las piezas de acero, ya que sus formas irregulares y la poca fricción entre ellas, reducen la probabilidad de contar con una sujeción efectiva. Sin embargo, la fricción entre las diferentes piezas apiladas puede ser incrementada mediante el uso de empaques intercalados en el apilamiento, tales como los hechos de madera o de hule.

De acuerdo con lo anterior y con objeto de evitar cualquier desplazamiento de las piezas de acero hacia adelante, entre éstas deberán intercalarse los empaques adecuados, aparte de asegurar el apilamiento a una estructura del vehículo. Posteriormente a esto, la inmovilización de la carga podrá reforzarse mediante el uso de amarres.

El centro de gravedad de la carga deberá mantenerse lo más bajo posible, colocando las piezas más pequeñas en la parte superior. Ningún nivel superior de la carga deberá tener una longitud mayor que la de aquél que se encuentre inmediatamente abajo. Adicionalmente, y con objeto de proporcionar una presión hacia abajo aún mayor, la carga deberá acomodarse en forma de cúpula ("coronarse") (Figura 25).

Una técnica aceptable en el transporte de piezas de acero consiste en hacer bloques o unidades por cada nivel de carga, los cuales sean sujetados mediante el uso de cinchos o flejes. Posteriormente al armado de estos bloques, deberán aplicarse amarres a la parte superior de la carga.

### 5.3.5 Tubos y secciones huecas

Los tubos pequeños podrán transportarse sueltos o en paquetes atados (Figura 26), mientras que los tubos grandes deberán montarse en soportes o bastidores especiales.

Las dificultades asociadas a la correcta inmovilización de tubos y secciones huecas son similares a aquellas inherentes a la sujeción de tramos de acero rolado o laminado, de tal suerte que los métodos de sujeción que se recomiendan son también similares.

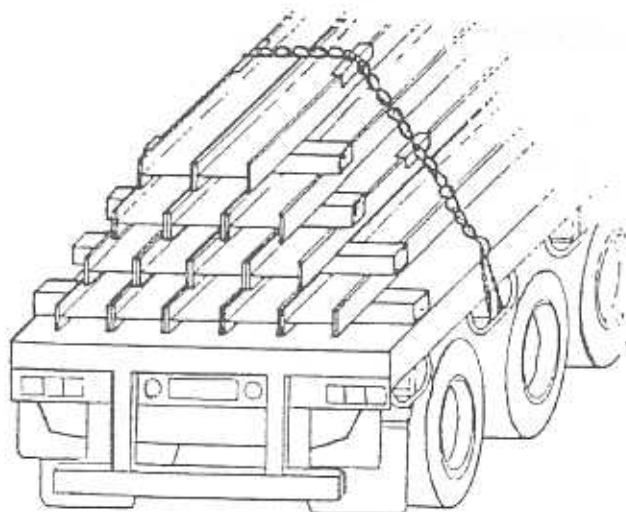


Figura 25. Sujeción de tramos de acero rolado o laminado.

Debido tanto a las formas que presentan como a la poca fricción existente entre ellos, los atados de tubos o de secciones huecas no pueden ser, por lo común, inmovilizados de manera efectiva empleando tan sólo amarres. Esta dificultad es aún mayor en el caso de que las superficies de los productos estén galvanizadas o pintadas.

Los atados deberán separarse mediante el empaque adecuado y, con objeto de evitar todo movimiento hacia delante de los tubos o secciones individuales, los atados deberán asegurarse a una estructura apropiada, por ejemplo, a la cabecera del vehículo, si ésta ha sido reforzada. Sin embargo, este aseguramiento a una estructura puede no ser necesario si la carga es inmovilizada mediante el uso de un conjunto de amarres, siempre y cuando se especifique que, a excepción del nivel superior, en todos los niveles del apilamiento sean usados (con objeto de separar cada atado de piezas) materiales altamente friccionantes (hule o su equivalente), así como amarres tipo cincho (o flejes), véase la Figura 26. El número mínimo de amarres y la pretensión inicial se determinará por cálculo o prueba, y deberá hacerse esto para cada combinación particular de carga y material de empaque.

### 5.3.6 Tubos sobre bastidores

El movimiento de los tubos grandes colocados sobre bastidores deberá restringirse mediante el uso de amarres, combinado esto con el aseguramiento de este tipo carga a las cabeceras, costados o rieles de defensa.

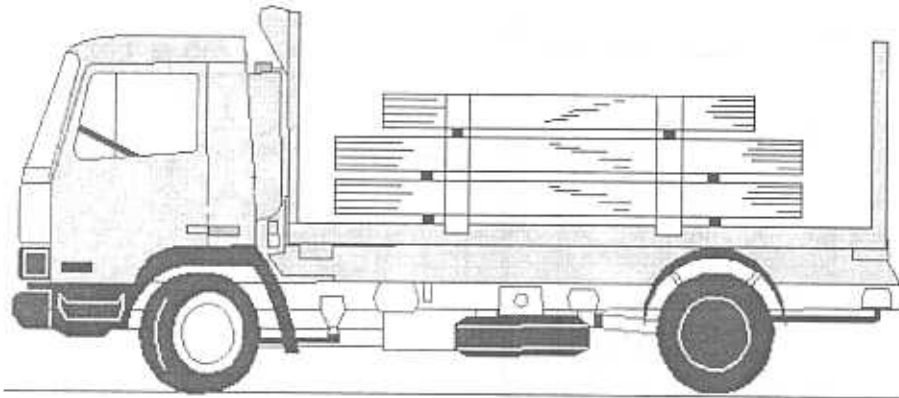


Figura 26. Sujeción de paquetes atados.

Cuando se realicen apilamientos de tubos colocados en bastidores, éstos deberán entrelazar mutuamente a los tubos de arriba con los de abajo, proporcionando con ello una restricción directa al movimiento lateral del apilamiento (Figura 27).

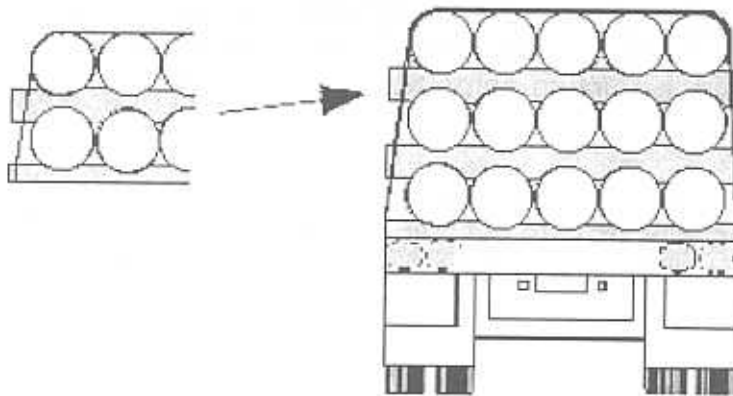


Figura 27. Sujeción de tubos (bastidores entrelazados).

Asimismo, deberán instalarse postes que restrinjan el movimiento lateral de los bastidores, en caso de que éstos presenten movimiento lateral relativo entre ellos, (Figura 28).

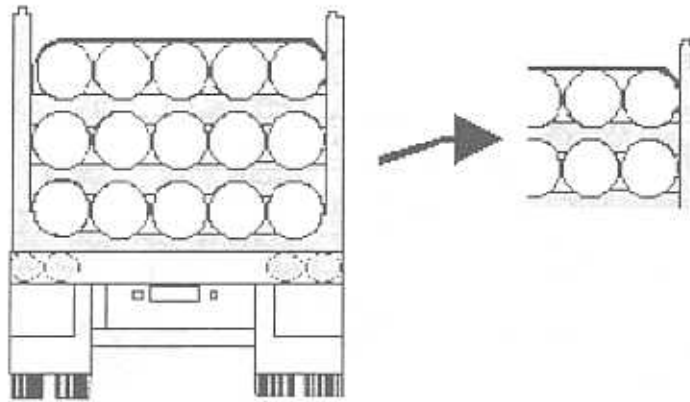


Figura 28. Sujeción de tubos (bastidores no entrelazados).

### 5.3.7 Tubos y secciones huecas, sueltos

Siendo de tamaño pequeño, tubos y piezas de sección hueca sueltos pueden contenerse en forma efectiva en una caja cerrada, aún sin el empleo de amarres. Alternativamente, estas piezas sueltas podrán sujetarse a la plataforma de un vehículo, siempre y cuando su movimiento hacia adelante se impida mediante su aseguramiento a una estructura apropiada y los movimientos laterales mediante el empleo de amarres.

Cuando un gran número de tubos sueltos sean colocados en la plataforma del vehículo, en los costados de ésta deberán instalarse postes que impidan que la parte inferior de la carga se desplace hacia los lados y pueda caerse.

### 5.3.8 Barras y tochos

Las barras y los tochos son cargas pesadas y densas que deberán transportarse en vehículos equipados o fabricados especialmente para tal propósito y, preferentemente, en contenedores. La inmovilización de estas cargas deberá efectuarse combinando la fricción, los amarres y el aseguramiento directo de la carga a la estructura.

Debido a que por lo general la restricción del movimiento de las barras y tochos requiere de una pretensión elevada en los amarres, es recomendable que para esta sujeción sean usados flejes de acero, eslingas o cadenas.



El número de amarres requeridos para transportar tochos puede reducirse si ambos extremos de la carga son asegurados a una estructura. Dicha estructura puede ser parte del vehículo o del contenedor en el interior del cual son transportados los tochos (Figura 29).

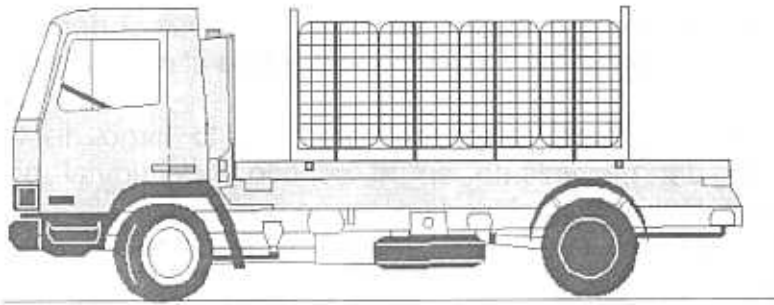


Figura 29. Sujeción de tochos (usando contenedores especiales).

### 5.3.9 Lámina metálica en rollo

Debido a su forma y densidad, los rollos de lámina deberán transportarse, de preferencia, en vehículos equipados especialmente para tal fin.

Cuando se transporten en vehículos para carga en general, el peso de los rollos deberá distribuirse sobre la plataforma, colocándolos sobre bastidores o soportes tipo vigueta.

En el transporte de rollos de lámina metálica, éstos pueden colocarse ya sea en forma horizontal (a lo largo o a lo ancho) o en forma vertical. Cuando su largo sea inferior a dos veces su diámetro, el rollo deberá colocarse verticalmente.

### 5.3.10 Rollos de lámina metálica colocados horizontalmente

Cuando se transporten en posición horizontal, los rollos deberán colocarse en bastidores (fijos o deslizantes) que impidan su rodadura y acomodarse de tal manera que su peso se distribuya lo más uniformemente posible sobre la plataforma del vehículo. Deberá preferirse el uso de estos bastidores por sobre el empleo de cuñas separadas. El diseño de estos bastidores deberá permitir que se puedan ajustar a varios tamaños de rollos, siendo el objetivo de estos bastidores el disminuir el esfuerzo en los amarres empleados. El movimiento de los bastidores deslizantes

deberá impedirse tanto por fricción con la plataforma como con el uso de amarres o, cuando sea posible, mediante su aseguramiento directo a los diversos componentes de la estructura del vehículo, tales como la cabecera o los rieles de defensa.

### 5.3.11 Rollos de lámina colocados horizontalmente en forma longitudinal

El movimiento de cada rollo colocado en forma longitudinal deberá restringirse por medio de al menos dos amarres; pasando éstos sobre el rollo (Figura 30).

Cuando los rollos se coloquen horizontalmente a lo largo de la plataforma, la restricción directa del movimiento en el sentido longitudinal podrá asegurarse mediante una viga de madera colocada entre un bastidor ajustable y la cabecera del vehículo, empleando los rieles de defensa o los costados para restringir el movimiento lateral.

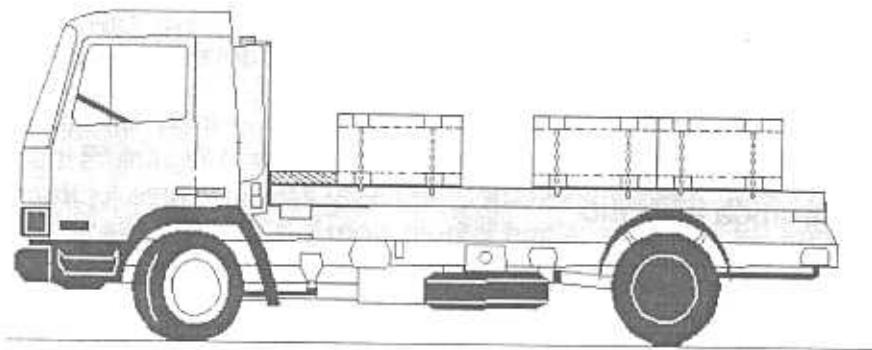


Figura 30. Sujeción de rollos de lámina metálica colocados longitudinalmente en forma horizontal.

### 5.3.12 Rollos de lámina colocados horizontalmente en forma transversal

Cuando los rollos sean colocados horizontalmente en forma transversal sobre la plataforma, la restricción directa hacia los lados se logrará mediante un bastidor ajustable sujeto a los rieles de defensa de los costados, impidiéndose el movimiento hacia adelante y atrás mediante dos amarres que pasen a través del centro del rollo (Figura 31). Estos amarres también proporcionarán una restricción adicional por fricción, entre el rollo y el bastidor.

Para evitar posibles daños al material, derivados de pasar amarres por el interior de los rollos es conveniente colocar, en estos sitios, dispositivos de protección o esquineros.

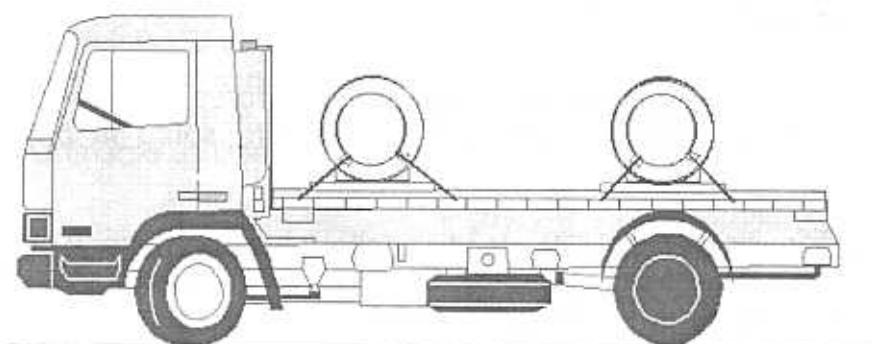


Figura 31. Sujeción de rollos de lámina metálica colocados transversalmente en forma horizontal.

### 5.3.13 Rollos de lámina colocados verticalmente

Usando fleje metálico, los rollos colocados verticalmente pueden sujetarse a tarimas. De cualquier manera, deberán colocarse sobre bases que permitan distribuir uniformemente el peso de los rollos sobre la estructura del vehículo.

Los amarres que pasen por encima de los rollos deberán emplear insertos especiales o esquineros. Esto con objeto de, por un lado, proteger al rollo y por el otro, de ubicar correctamente a los amarres en la parte superior de los rollos (Figura 32).

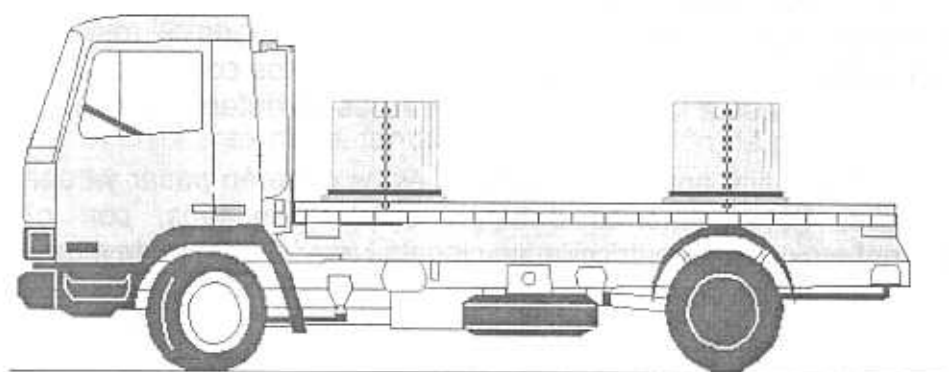


Figura 32. Sujeción de rollos de lámina metálica colocados verticalmente.

Una restricción adicional deberá proveerse en caso de que los rollos tengan una altura mayor. Esta restricción adicional podrá lograrse, por ejemplo, mediante la colocación de amarres angulados, los cuales contrarresten, durante las maniobras de frenado intempestivo del vehículo, la tendencia del rollo a ladearse o a volcarse.

### 5.3.14 Rollos de alambre

Se recomienda que sólo cuando sean empleados bastidores especiales se realicen apilamientos de un gran número de rollos de alambre sobre la plataforma del vehículo.

Sólo un número reducido de rollos de alambre deberá transportarse, y el movimiento de cada uno de ellos deberá impedirse por separado, ya sea mediante amarres o por contención. El movimiento de estos rollos podrá restringirse por medio de amarres que aseguren a cada uno de éstos a las estructuras fijas del vehículo, aparte de usar amarres que impidan los movimientos verticales.

### 5.3.15 Piezas fundidas y manufacturas grandes

Por lo general, las piezas fundidas grandes son transportadas mediante bastidores hechos a la medida. Estos bastidores deberán distribuir uniformemente el peso de la fundición sobre la plataforma del vehículo y permitir que el movimiento de la pieza sea impedido por medio de amarres directos o indirectos.

Generalmente, y por cuestiones de distribución de peso por eje, las piezas fundidas grandes no pueden colocarse directamente contra las cabeceras, sin embargo, de alguna manera, el movimiento hacia delante deberá impedirse por aseguramiento a la estructura del vehículo.

Las piezas de fundición pequeñas podrán transportarse flejadas a tarimas, o en contenedores con costados de mallas de alambre o lámina metálica. Sin embargo, las piezas grandes deberán colocarse sobre bases de madera, restringiendo su movimiento en forma directa y colocando amarres en puntos convenientes. Además, la carga deberá asegurarse a la cabecera o a los rieles de defensa del vehículo.

Cuando no sea posible fijar amarres a la pieza, éstos deberán pasar ya sea sobre o a través de ella. Estos amarres deberán quedar tensados, con objeto de proporcionar, por fricción, una restricción adicional al movimiento de la pieza.

### 5.3.16 Lingotes

Por lo común, los lingotes son transportados en forma de paquetes, unidos mediante flejes de acero y apoyados sobre tarimas o contenedores planos. El fleje de acero también se recomienda para sujetar a los paquetes de lingotes a las tarimas o bases, aunque estos paquetes también pueden ser contenidos en cajas que tengan restricciones laterales o en contenedores, o bien ser inmovilizados mediante el uso de amarres, de manera similar a las barras y tochos. Sin embargo, para impedir que los lingotes se muevan en el interior de las cajas o contenedores, los lingotes deberán entarimarse utilizando bases de madera.

### 5.3.17 Desecho metálico o chatarra

Si la chatarra a ser transportada se encuentra en forma de placas, tubos o fundición, su inmovilización durante su transporte deberá seguir las recomendaciones previamente señaladas para estos tipos de carga. Sin embargo, cuando el desecho metálico consista de elementos de formas y tamaños diferentes, es necesario efectuar su transportación empleando ya sea contenedores o vehículos equipados con restricciones laterales en su caja.

Debido a la densidad variable de la chatarra a ser transportada, deberán extremarse precauciones con objeto de asegurar que los pesos por eje no sean excedidos. También es importante que queden firmemente sujetos los objetos de tamaño mediano transportados en contenedores parcialmente llenos.

## 5.4 Tubería

Esta sección contiene información específica para la sujeción de tubería.

Aunque los tubos cilíndricos son fabricados en una gran variedad de materiales y dimensiones, en todos los casos, para su transporte deberá observarse lo siguiente :

- Con objeto de evitar alteraciones en la estabilidad del vehículo, los tubos deberán colocarse de tal forma que la distribución de peso en el vehículo sea uniforme.
- El movimiento de los tubos deberá restringirse mediante la fricción proporcionada por amarres, en combinación con el aseguramiento de la carga a la cabecera, postes y el empleo de cuñas.
- El aseguramiento de la carga a la estructura del vehículo es el método más efectivo para sujetar tubos, especialmente en dirección hacia adelante y deberá utilizarse siempre que sea posible.

- Cuando sean enviadas regularmente grandes cantidades de tubos, deberán fabricarse dispositivos especiales que permitan sujetarlos en bastidores o contenedores, los cuales puedan fijarse fácilmente a los vehículos.

El uso de métodos y equipos especializados pueden reducir significativamente los costos de transporte, el daño al producto y los tiempos de carga y descarga, además de lograr una consistente y adecuada sujeción de la carga.

#### 5.4.1 Amarres

Para restringir el movimiento de cargas pesadas, tales como tubos, deberán usarse amarres cuya capacidad marcada por el fabricante sea de 2 T como mínimo. Los amarres deberán espaciarse a una distancia no mayor de 1.5 m a todo lo largo de los tubos. Asimismo, se debe comprobar que los tubos sean colocados sobre bases de madera u otro embalaje apropiado, y que los amarres queden totalmente tensos, formando un ángulo de más de  $30^{\circ}$  respecto a la horizontal.

#### 5.4.2 Tubos sueltos o en paquetes

Los tubos de diámetro pequeño pueden transportarse sueltos o en paquetes, siempre y cuando se asegure que estando en el interior del paquete o caja del vehículo, los tubos no se deslicen individualmente.

Debido a sus superficies lisas, los tubos de plástico y de metal son difíciles de sujetar adecuadamente si sólo se emplean sujeciones por fricción. Por lo tanto, estos tubos deberán introducirse en contenedores o asegurarse a la cabecera del vehículo.

Asimismo, el material de empaque a emplear deberá incrementar la fricción entre las superficies lisas que se encuentren en contacto, especialmente si se usan amarres. Adicionalmente, el material de empaque deberá proteger también a las superficies de los tubos durante el recorrido.

Deberán colocarse postes laterales sobre las plataformas de los vehículos, cuando sobre éstas se coloquen cantidades importante de tubos sueltos de gran longitud. Lo anterior con objeto de evitar que la parte inferior de la carga pueda desplazarse hacia los costados.

### 5.4.3 Tubos colocados en bastidores

Los tubos de gran diámetro deberán transportarse sobre bastidores especialmente fabricados para este fin, de tal manera que impidan su movimiento y uniformemente distribuyan el peso sobre el vehículo (Figura 33).

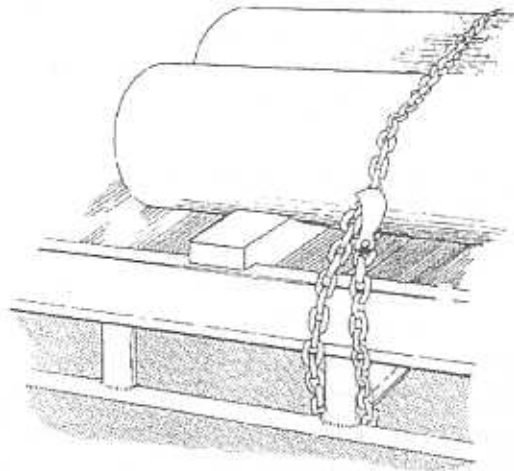


Figura 33. Sujeción de tubos colocados sobre bastidores.

En el caso de apilamientos de tubos colocados en bastidores, éstos deberán bloquearse entre ellos, a manera de proporcionar al conjunto una restricción directa al movimiento potencial hacia los costados. Como alternativa para proporcionar esta restricción podrán usarse postes u otras estructuras, ya que, por lo general, no es suficiente la restricción por fricción obtenida con los amarres.

### 5.4.4 Protección de los tubos

Con el fin de proveer los medios para ser unidos o sellados, muchos tubos tienen sus extremos en forma de espigas, campanas, cuerdas, chaflanes o bridas. Por lo tanto, se requiere evitar que dichos extremos se dañen, usando para ello el material protector adecuado.

Algunos tubos deben transportarse en una sola posición, debiendo ser, por lo tanto, marcados ya sea con una banda de pintura negra o de color, o con la palabra "ARRIBA (TOP)".

Cuando se manipulen tubos provistos con un orificio para levantarlos, deberá colocarse una sola eslinga a través del orificio y alrededor del empaque de madera. La madera deberá cubrir por lo menos una cuarta parte de la longitud del tubo y al menos  $100 \text{ mm}^2$  para tubos de hasta 900 mm de diámetro y  $150 \text{ mm}^2$  para tubos de más de 900 mm de diámetro.

#### 5.4.5 Tubos de concreto

En el caso de grandes tubos de concreto colocados transversalmente sobre un vehículo, su movimiento hacia adelante deberá impedirse mediante una combinación de aseguramiento contra una cabecera reforzada y de la fricción resultante del peso de la carga y de la fuerza hacia abajo aplicada por amarres.

El movimiento de los tubos hacia atrás y hacia los costados puede evitarse por medio de la fricción, si se garantiza que los amarres de los tubos proporcionan a cada uno la fuerza necesaria hacia abajo.

Un cable de acero sujeto a la cabecera, que pase sobre un gran número de tubos y sea tensado con un malacate colocado en la parte de atrás del vehículo, no proporcionará ninguna fuerza significativa hacia abajo en ninguno de los tubos intermedios. Cuando este tipo de tubos grandes de concreto se apilen unos sobre otros y se coloque entre ellos material de empaque como separador, todos los tubos del nivel superior deberán sujetarse individualmente, para asegurar una restricción por fricción adecuada en la dirección lateral (Figura 34).

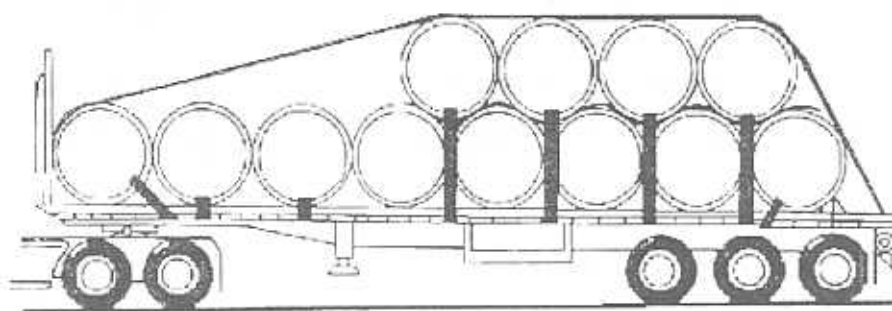


Figura 34. Sujeción de tubos de concreto.

#### 5.4.6 Tubos de plástico

Los tubos de plástico son relativamente ligeros, flexibles y lisos. Estas características hacen muy difícil el empleo de los amarres para restringir el movimiento de esta carga mediante fricción. Por lo tanto, los tubos de plástico deberán contenerse o



asegurarse a la estructura del vehículo siempre que ello sea posible. Esto es, se recomienda el uso de cabeceras, postes o rejas laterales.

Los tubos de diámetro pequeño deberán soportarse al menos cada 1.5 m a todo lo largo de su longitud. Los tubos de grandes longitudes no deberán transportarse sobre el techo ni sobre soportes escalonados, a menos que sean soportados en forma continua y estén inmovilizados adecuadamente por al menos dos amarres.

Con objeto de impedir tanto movimientos laterales como daños que pudieran ocasionarles los mismos amarres, los tubos de gran diámetro, que estén inmovilizados mediante amarres, deberán apilarse en bastidores, (Figura 35).

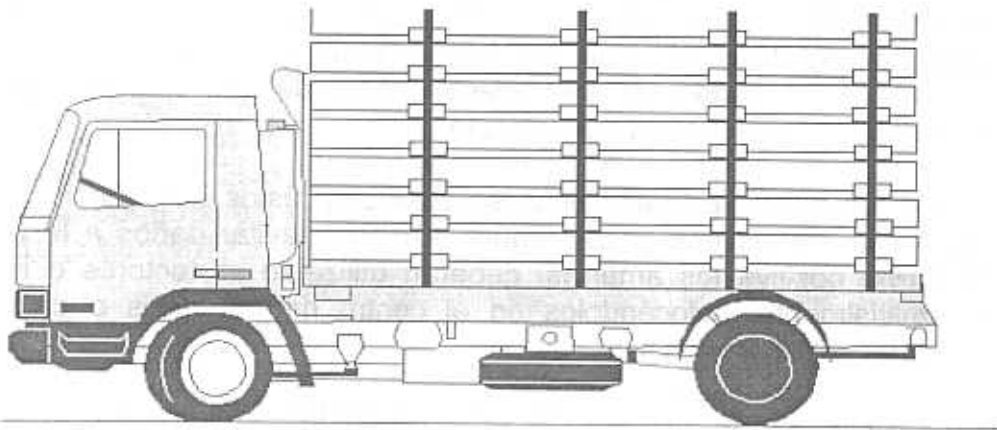


Figura 35. Sujeción de tubos de plástico.

## 5.5 Rollos y carretes

Esta sección presenta información específica para la sujeción de rollos y carretes en vehículos de autotransporte.

Debido a su forma, los rollos de papel, cartulina, plástico, etc. y los carretes de cable, cuerda, etc., deberán transportarse, siempre que sea posible, en vehículos equipados especialmente para estos productos o en contenedores.

Los rollos y carretes podrán transportarse tanto horizontal como verticalmente, esto es, acostados o sobre uno de sus extremos, respectivamente. En el caso de rollos y carretes que sean transportados en forma horizontal, éstos podrán colocarse ya sea longitudinal o transversalmente en el vehículo.

Por lo general, los rollos y carretes grandes deberán sujetarse en forma individual sobre el vehículo, mientras que los pequeños podrán sujetarse a tarimas, o restringir su movimiento conteniéndolos en cajas o contenedores adecuados.

### 5.5.1 Amarres

Para sujetar de manera individual tanto a los rollos como a los carretes, deberán usarse amarres con una capacidad mínima marcada por el fabricante de 2 T. Los amarres que pasen sobre la parte superior de los rollos largos que se coloquen acostados, no se espaciarán a más de 1.5 m entre sí.

### 5.5.2 Rollos y carretes verticales

Cuando se transporten sobre alguno de sus extremos y para incrementar la restricción del movimiento por fricción, los rollos y carretes deberán sujetarse a la plataforma y si es necesario, el movimiento hacia delante deberá impedirse asegurando la carga a la estructura del vehículo.

Para evitar que los rollos verticales altos se vuelquen, éstos deberán flejarse en paquetes de por lo menos tres rollos (Figura 36). Para evitar daños a la carga y localizar en forma positiva los amarres, deberán utilizarse protectores o insertos fabricados especialmente, colocándolos en el centro de los rollos o carretes y abarcando la parte superior y los filos.

Cada rollo o carrete deberá sujetarse al vehículo mediante al menos un amarre, excepto si su movimiento está totalmente restringido sobre una tarima o en una caja o contenedor apropiados.

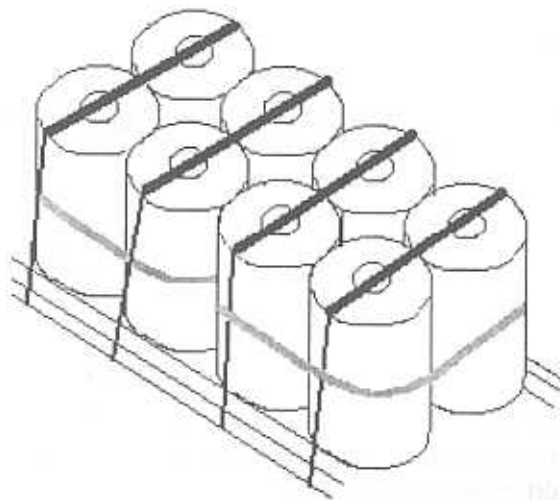


Figura 36. Sujeción de rollos verticales.

### 5.5.3 Rollos y carretes horizontales

Cuando el largo de un rollo o carrete sea menor que su diámetro, dicho rollo o carrete podrá transportarse verticalmente si así lo acepta el fabricante.

En caso de que sean transportados en posición horizontal, los rollos o carretes deberán colocarse en bastidores fijos o ajustables, tanto para protegerlos como para distribuir su peso más uniformemente sobre la plataforma del vehículo y también para impedir que rueden. El uso de calzas o cuñas sueltas no se recomienda, ya que se pueden mover durante el trayecto.

Los bastidores ajustables deberán inmovilizarse asegurándolos a las estructuras del vehículo (a las cabeceras por ejemplo) así como por fricción sobre la plataforma, siendo esta fricción resultante del peso de la carga y de la tensión de los amarres.

Cuando varios rollos o carretes sean transportados juntos, también deberán empacarse juntos. Esto con objeto de impedir que se muevan y, cuando la distribución del peso así lo permita, deberán colocarse contra una cabecera o una mampara (Figura 37).

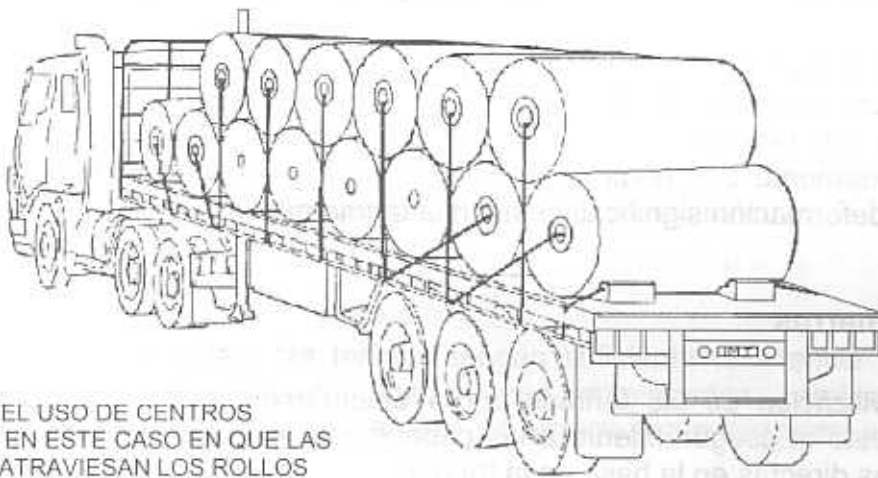


Figura 37. Sujeción de rollos de gran diámetro.

Antes de aplicarle los amarres, el rollo colocado hasta atrás deberá inmovilizarse mediante cuñas. Cuando se apilen rollos y carretes horizontales, deberá incrementarse la fricción entre las superficies lisas mediante la inserción de material de empaque.

Con objeto de proporcionar la restricción por fricción hacia los costados y para evitar que los rollos o carretes rueden, es necesario colocar amarres a todos los rollos o carretes del nivel superior.

Cuando los amarres pasen a través del centro de los rollos o carretes, deberán utilizarse protectores (insertos cilíndricos huecos con pestañas) para evitar dañar los bordes interiores de dicho centro.

## **5.6 Carga sobre tarimas**

Esta sección contiene información específica sobre la sujeción de tarimas.

Una vez cargadas, para transportar en forma segura las tarimas la carga deberá sujetarse adecuadamente a la tarima y ésta, a su vez, deberá sujetarse en forma conveniente al vehículo.

### **5.6.1 Sujeción de objetos sobre tarimas**

Para evitar que los objetos colocados sobre tarimas caigan durante el trayecto, no basta el atado, flejado o las sujeciones hechas con materiales elásticos.

Una tarima totalmente cargada deberá ser lo suficientemente fuerte como para soportar una aceleración horizontal mínima de 0.5 g (o una fuerza igual a la mitad del peso de la tarima). La rigidez de la tarima puede probarse inclinándola aproximadamente 25° respecto a la horizontal y verificando que no se presente ninguna deformación significativa, ni en la tarima ni en la carga.

### **5.6.2 Amarres**

La inmovilización de las tarimas podrá efectuarse mediante el uso de amarres, aunado esto al aseguramiento a las cabeceras y rieles de defensa y al empleo de sujeciones directas en la base de la tarima.

Las lonas y los costados de cortina nunca deberán considerarse como un sistema de sujeción suficiente para las tarimas, ya que las cuerdas no tienen la suficiente resistencia como para sujetar tarimas que tengan un peso mayor de 0.5 T. Para sujetar tarimas que pesen más de 0.5 T deberán utilizarse conjuntos de amarres tipo banda o cadena, los cuales tengan una capacidad marcada por el fabricante de al menos 2T.

### 5.6.2.1 Amarres que empujen a la carga hacia abajo

Los amarres que pasen por la parte superior de las cargas entarimadas pueden inmovilizar a éstas en dirección hacia atrás y hacia los costados. Sin embargo, para evitar el movimiento hacia adelante, las tarimas pueden llegar a requerir una restricción adicional, ya que es difícil de alcanzar la fricción necesaria para fijar la tarima únicamente con los amarres. La restricción adicional puede obtenerse por medio del aseguramiento de la tarima contra una cabecera (Figura 38) o mediante una sujeción directa.

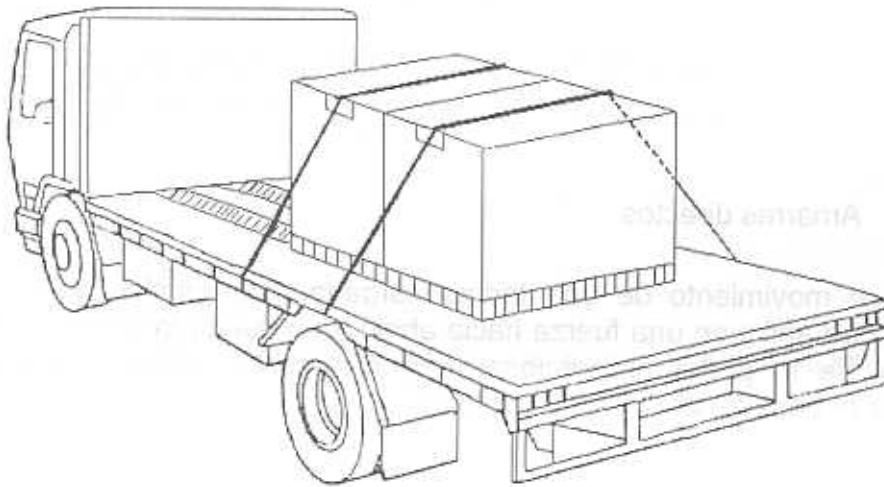


Figura 38. Tarima asegurada a la cabecera del vehículo.

Cuando estando ya cargadas, las tarimas tengan suficiente resistencia y rigidez, podrán apilarse en columnas de dos y ser inmovilizadas combinando su aseguramiento a la cabecera con el empleo de amarres que empujen a la carga hacia abajo.

En los casos en que la inmovilización de las tarimas ya cargadas se efectúe mediante amarres que las empujen hacia abajo, cada tarima o fila de tarimas deberá sujetarse por al menos un sujetador (ver Figura 39).



Figura 39. Amarres que empujan hacia abajo a cada tarima, en un camión totalmente cargado.

#### 5.6.2.2 Amarres directos

Cuando el movimiento de una tarima cargada esté parcialmente restringido por amarres que apliquen una fuerza hacia abajo y no pueda la tarima asegurarse hacia adelante, se le podrá proporcionar una restricción adicional aplicando amarres directos a la base de la tarima (Figura 40).

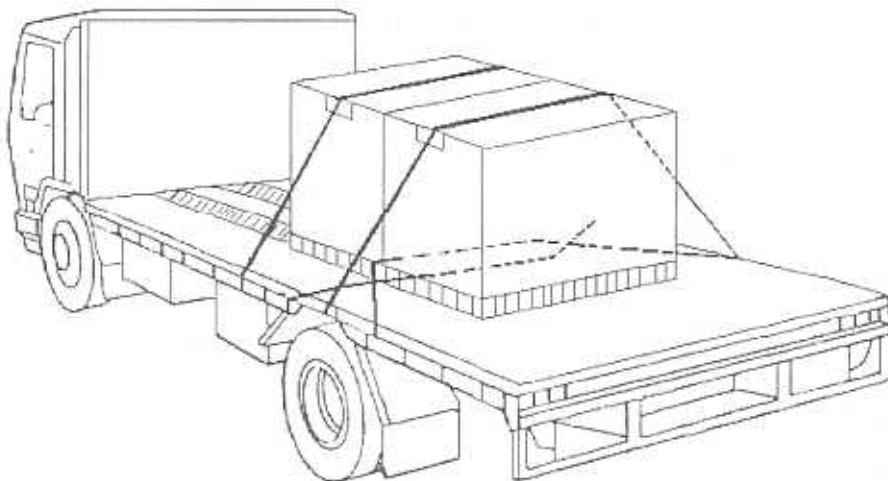


Figura 40. Sujeción de una tarima con amarres directos.

Si la carga no se encuentra adecuadamente sujeta a la tarima no deberán utilizarse amarres directos y nunca será ésta la única forma de sujeción, ya que este arreglo

puede generar grandes esfuerzos en la carga y ocasionar que se rompa la sujeción de ésta a la tarima.

Cuando se empleen amarres directos para inmovilizar tarimas deberán utilizarse siempre en combinación con amarres que apliquen una fuerza hacia abajo, debiendo garantizar estos últimos que la carga permanezca sujeta a la tarima.

### 5.6.3 Esquineros de protección

El daño a la carga, producto de la presión que los amarres ejercen sobre ella, deberá evitarse por medio de esquineros de protección

Los esquineros de protección deberán tener aristas redondeadas con objeto de que la tensión en los amarres sea igual en ambos lados de la tarima, incrementando con ello la fuerza hacia abajo y obteniendo la máxima fuerza de fricción.

## 5.7 Carga en pacas

Esta sección contiene información específica a emplearse para la sujeción de pacas de diversos materiales, como lana, algodón, forraje, pulpa de madera, desecho de papel, etc.

Debido a sus características de poca rigidez, el transporte de estos materiales presenta dificultades especiales para lograr una sujeción efectiva de la carga sobre los vehículos.

Así, y debido a su característica baja densidad, las cargas en forma de pacas con frecuencia obligan a usar pacas muy anchas y altas. Esto reduce la estabilidad tanto de la carga como del vehículo provocando, en condiciones extremas, la pérdida del control o la volcadura del mismo.

En vehículos con costados, las pacas podrán transportarse sin ninguna sujeción. Sin embargo, en vehículos sin costados deberán emplearse arreglos especiales de amarres y las pacas deberán colocarse de tal forma que el ancho total de la carga no exceda los 2.5m.

### 5.7.1 Amarres

EL número y tamaño de los amarres requeridos dependerá de su orientación y del uso de otras restricciones tales como rejas, redilas y lonas.

### 5.7.2 Pacas

Una práctica común en el transporte de pacas, es hacerlo en camiones, remolques o semirremolques, que tienen los costados abiertos. En este caso, el uso de cuerdas de materiales sintéticos con bajos coeficientes de fricción no es suficiente, por lo que se requiere el empleo de una sujeción adicional.

Las pacas apiladas en tres o cuatro niveles tienden a pandearse hacia afuera en la parte inferior y a inclinarse también hacia afuera en la parte superior. Esto ocurre por la falta de rigidez de las pacas y por la poca fricción entre ellas. Por lo anterior se recomienda que, hasta donde sea posible, se eviten estos tipos de apilamientos.

### 5.7.3 Acomodo sugerido para las pacas en vehículos de costados abiertos

Con objeto de lograr una mejor sujeción de las pacas en remolques de costados abiertos, a continuación se presenta una serie de recomendaciones :

- El primer nivel deberá estar compuesto por filas de pacas, las cuales deberán colocarse una junto a otra, con sus extremos externos hacia los costados y los internos encontrarse a tope en el centro del vehículo (Figura 41)
- El segundo nivel deberá colocarse sobre el primero, siguiendo el mismo arreglo que éste.
- El tercer nivel deberá formarse por tres filas de pacas, las cuales deberán colocarse sobre el segundo nivel, con sus extremos apuntando hacia la parte delantera y trasera del vehículo.
- El cuarto nivel no deberá tener más de dos filas de pacas entrelazadas, con al menos una fila en la que los extremos de las pacas estén orientados a lo largo del vehículo.
- Si el cuarto nivel estuviese compuesto solamente de una fila de pacas, ésta deberá colocarse en el centro del vehículo, con los extremos de todas las pacas en la misma orientación, esto es, colocándolas a lo largo del vehículo.



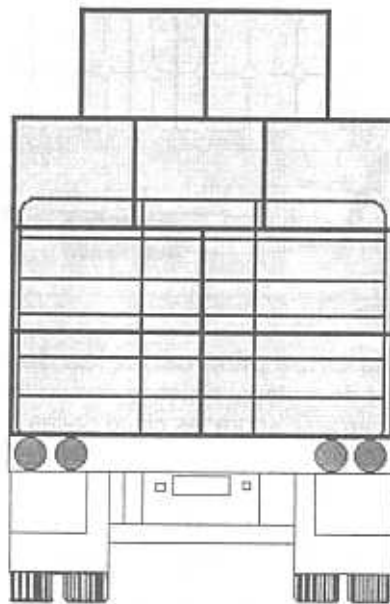


Figura 41: Patrón sugerido para sujeción de pacas.

#### 5.7.4 Sujeción lateral de las pacas

En esta sección se presentan recomendaciones específicas para la sujeción de los distintos niveles de apilamientos de pacas, al ser transportadas en camiones con costados abiertos.

- Primeros dos niveles : El corrimiento hacia afuera del nivel más bajo, a lo largo de los costados del vehículo, podrá minimizarse mediante el uso de sujeciones individuales colocadas en el centro de los dos niveles de pacas (Figura 42).
- Tercer nivel: Una vez incorporado un tercer nivel, deberán colocarse en forma transversal al vehículo, amarres tipo banda. Estos amarres deberán tener una capacidad mínima marcada por el fabricante de 2 T y colocarse sobre cada una de las pacas del tercer nivel, a todo lo largo del vehículo (ver Figura 43).
- Cuarto nivel: Cuando se apile un cuarto nivel de dos filas de pacas sobre los tres niveles inferiores, los cuales deberán ya estar sujetos como se indicó, estas pilas podrán sujetarse mediante una lona en buen estado, siempre y cuando se sujeten, mediante cuerdas, las pacas de los extremos delantero y trasero (Figura 44).

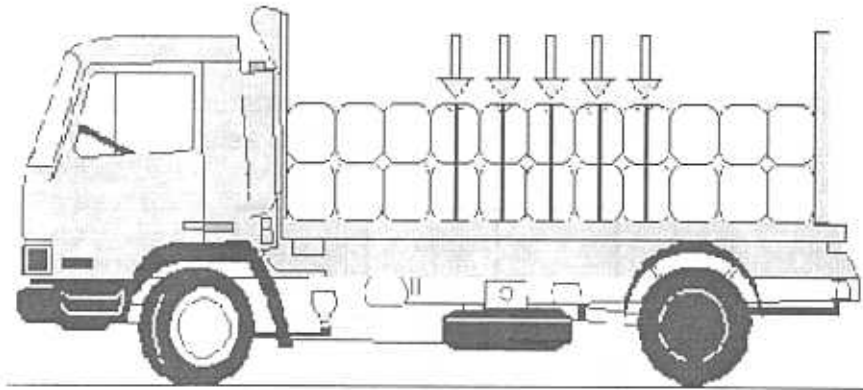


Figura 42. Sujeción de las cinco pilas centrales de pacas mediante cuerdas.  
Nota : Las cuerdas de material sintético con un diámetro de 12 mm deberán amarrarse sobre las cinco pacas del centro.

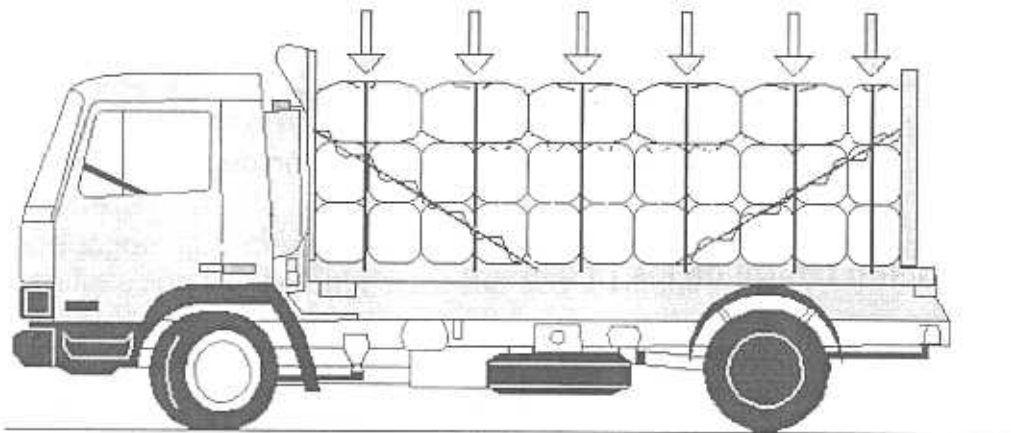


Figura 43. Sujeción del tercer nivel de pacas con amarres tipo banda (flechas oscuras).

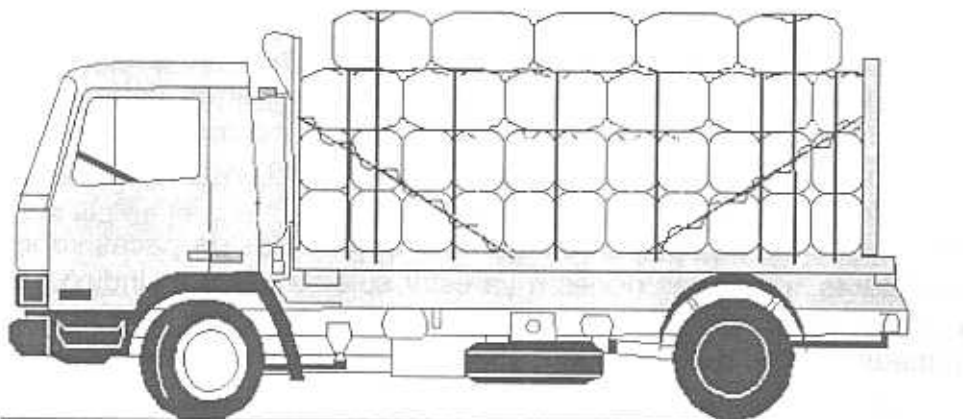


Figura 44. Sujeción del cuarto nivel de pacas, previa a la colocación de la lona.

En caso de que no se utilice una lona, cada una de las pacas deberá sujetarse a todo lo largo de la carga, empleando para ello cuerdas o amarres tipo banda en forma transversal al vehículo.

### 5.7.5 Sujeción longitudinal de las pacas

En forma adicional a su sujeción, tanto a la cabecera como a la reja trasera del vehículo, los movimientos de la carga hacia adelante y hacia atrás deberán restringirse mediante el empleo de amarres y/o cadenas, cuya capacidad marcada por el fabricante sea de 2 T como mínimo.

Para proporcionar la restricción adicional requerida, estos amarres deberán fijarse a la parte superior de las cabeceras y rejas traseras, bajando diagonalmente para fijarse en los soportes del riel flexible de la plataforma (Figura 44).

### 5.7.6 Pulpa de madera

Las pacas sueltas de pulpa de madera deberán transportarse ya sea en contenedores o en vehículos que cuenten, tanto en sus costados como en su parte trasera, con estructuras apropiadas para impedir el movimiento de las pacas.

Las pacas individuales deberán sujetarse a tarimas, e impedir su movimiento combinando su aseguramiento a la estructura con el uso de amarres (ver Carga sobre tarimas, Sección 5.6).

Cuando el movimiento de las pacas sueltas sea restringido mediante amarres, deberán aplicarse los principios ya descritos para cargar pacas en vehículos con costados abiertos. En particular, si el apilamiento de las pacas se da en cuatro niveles, la mitad inferior de la carga deberá sujetarse separadamente, antes de cargar la parte superior.

### 5.7.7 Forraje

Las pacas de forraje deberán transportarse sólo en vehículos equipados con las estructuras apropiadas para ello (cabeceras, rejas o bastidores).

Cuando se utilicen redilas o rejas laterales y traseras, deberán usarse amarres o refuerzos (tirantes) diagonales o cruzados, o bien colocar caballetes que eviten que las redilas se abran hacia los costados, en la parte de arriba. Además, deberá colocarse una lona, la cual aumente la restricción al movimiento tanto de la carga como de las redilas.

Cuando sean transportadas cargas largas y altas de pacas en vehículos carentes de rejas o redilas, deberán aplicarse los principios descritos anteriormente para cargar pacas en vehículos con costados abiertos. En particular, la mitad inferior de la carga deberá sujetarse por separado, antes de cargar la parte superior.

## 5.8 Cargas de material suelto (graneles)

Esta sección presenta información específica para la restricción del movimiento de cargas consistentes de material suelto a granel.

El material suelto a granel a que se refiere esta sección es material sólido que puede contenerse en forma efectiva en vehículos con costados, y que puede cargarse y descargarse rápidamente. Estas cargas normalmente se transportan en cajas de volteo y pueden ser materiales para construcción, materiales de demolición, material de desecho, productos forestales o productos agrícolas.

Para asegurar que nada del producto pueda caerse del vehículo durante el trayecto, los materiales en forma de polvo fino deberán empaquetarse, o transportarse en vehículos con cajas totalmente cerradas, tales como carros-tanque o cajas de volteo con compuertas (equipados con cubiertas o lonas ajustadas).

Será obligatorio el uso de lonas o redes, que eviten el que partículas u objetos sueltos caigan del vehículo por la acción del aire que pase sobre el vehículo (ver Figuras 45 y 46).

Por lo general, las cubiertas para carga están hechas de material de tejido abierto, y pueden ser colocadas manual o mecánicamente (sujetas a la cabecera del vehículo).

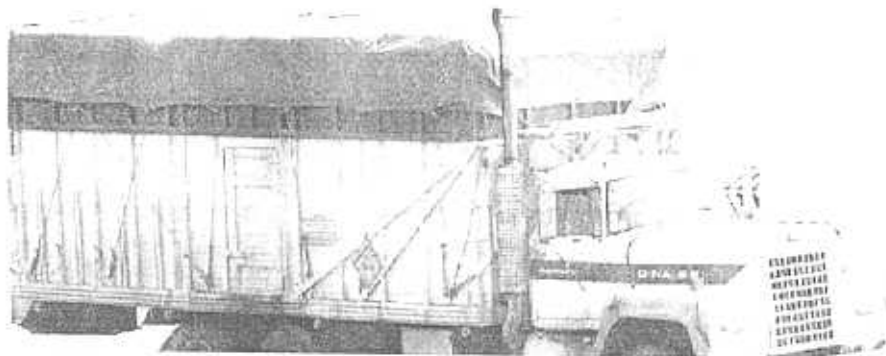


Figura 45. Camión con lona para cubrir una carga de material suelto

El contenido líquido de las cargas que se transporten en cajas de volteo (escombro, arena y grava), deberá escurrirse antes de emprender el viaje, o deberán contenerse carga y líquido en un vehículo totalmente sellado.

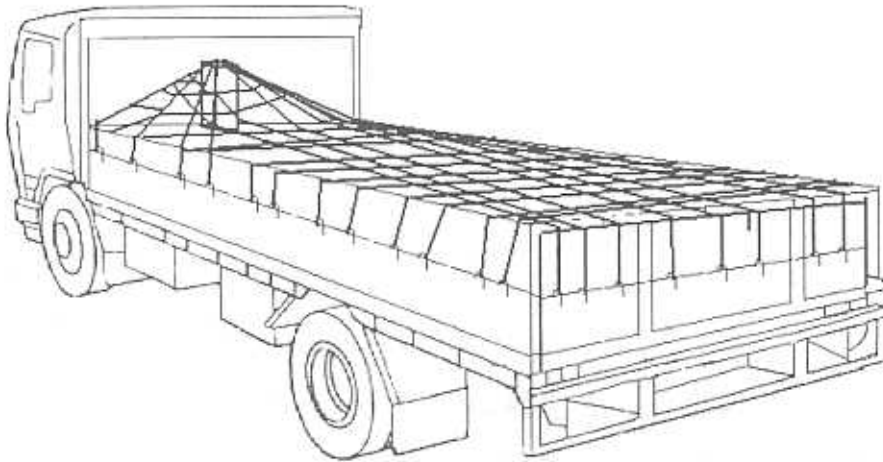


Figura 46. Red para carga cubriendo material de desecho suelto.

La caja del vehículo deberá ser la adecuada para el tipo de material que se vaya a transportar. Así, las cajas poco selladas, o que tengan sus costados y compuertas deformadas, no deberán usarse para transportar material en partículas finas, como por ejemplo arena.

Los aumentos a la altura de las cajas deberán usarse solamente con cargas de baja densidad, sin ser excedidos los límites de peso por eje reglamentarios. Estos aumentos o extensiones deberán colgarse al vehículo y cuando sea necesario, deberán sujetarse para evitar que se abran hacia la parte de afuera del mismo.

Para garantizar el que funcionen correctamente y que sean capaces de encerrar el material que sea transportado, las compuertas traseras, tanto su cerradura como sus bisagras, deberán inspeccionarse regularmente.

Las cargas sueltas nunca podrán transportarse en vehículos de plataforma que no tengan costados o compuertas, o en cajas de volteo que carezcan de compuertas traseras (Figuras 47 y 48).

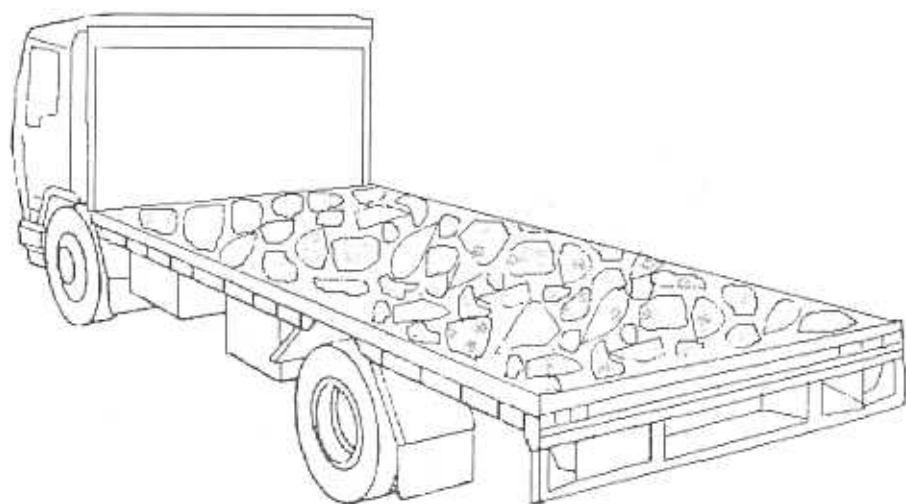


Figura 47. Transporte INCORRECTO de carga suelta.

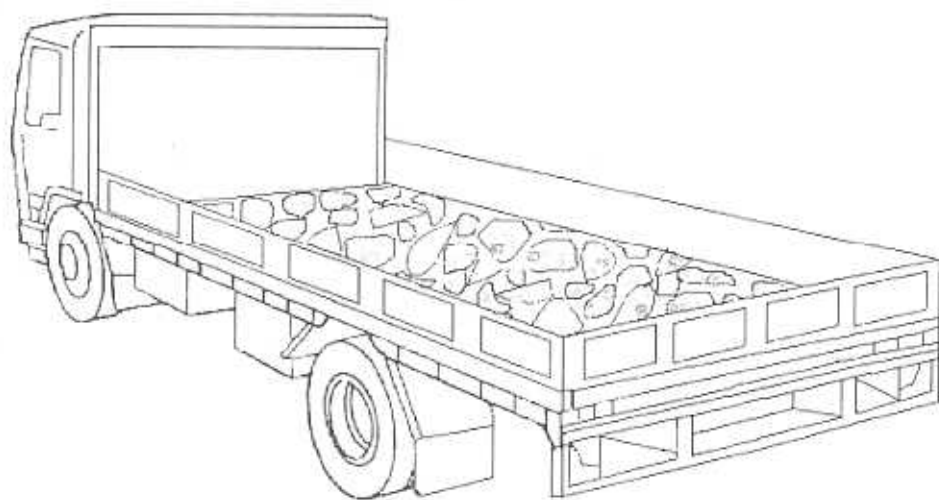


Figura 48. Transporte CORRECTO de carga suelta.

## 5.9 Transporte de contenedores, tanques y casas portables

Esta sección contiene información especial para la sujeción de contenedores, tanques y casas portables.

Los contenedores pueden ser de varios tipos, a saber: los cerrados para carga en general, los tanques-contenedor, los tipo cajón, los tipo embalaje (hechos de tablas), etc. Estos contenedores se utilizan para transportar una gran variedad de cargas debido a que:

- Se pueden cargar y descargar independientemente del vehículo que los transporta.
- Pueden restringir de manera efectiva el movimiento de las cargas sueltas en su interior.
- Son compatibles con otros modos de transporte como el ferroviario, el marítimo y el aéreo.

### 5.9.1 Distribución y sujeción de la carga dentro de los contenedores

La colocación incorrecta de la carga en el interior de un contenedor puede afectar adversamente la distribución del peso en el vehículo y la estabilidad de éste, especialmente si la carga tiene movimiento durante el recorrido. De acuerdo con esto, la carga deberá acomodarse, siempre que sea posible, de tal forma que su peso se distribuya uniformemente sobre el piso del contenedor.

Si, como un caso especial, un contenedor para carga en general tiene una distribución de peso poco uniforme (más del 60% de la carga sobre menos de la mitad de su longitud), el cliente deberá señalarlo claramente al transportista. Esto, con la finalidad de hacer patentes las precauciones especiales que deberán tomarse en cuenta para su transporte.

Con objeto de mantener lo más bajo posible el centro de gravedad del vehículo, los objetos ligeros deberán colocarse por encima de los objetos más pesados. La carga no deberá exceder la capacidad de carga marcada por el fabricante del contenedor, ni hacer que el vehículo exceda los límites indicados tanto en el "Reglamento sobre el Peso, Dimensiones y Capacidad de los Vehículos de Autotransporte que Transitan en los Caminos y Puentes de Jurisdicción Federal", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 26 de enero de 1994, como en sus modificaciones, publicadas en el Diario Oficial de la Federación el 7 de mayo de 1996. Asimismo, el vehículo deberá cumplir con la "Norma Oficial Mexicana NOM-012-SCT-2-1995, Sobre el Peso y Dimensiones Máximas con los que

Pueden Circular los Vehículos de Autotransporte que Transitan en los Caminos y Puentes de Jurisdicción Federal" o, en su caso, cumplir con la reglamentación vigente respectiva.

El acomodo y disposición de la carga en el interior del contenedor deberá garantizar que ni la carga ni los elementos empleados para estibarla caigan o salgan del vehículo durante la apertura de las puertas. Para este propósito podrán utilizarse amarres o redes tejidas o, alternativamente, barreras de metal o de madera.

Cuando el movimiento de la carga en el interior de un contenedor pueda afectar adversamente la estabilidad y la distribución de peso del vehículo que lo transporta, se requerirá de un sistema interno que restrinja el movimiento de la carga (Figura 49). Esto es especialmente aplicable en caso de que los contenedores estén parcialmente cargados o cargados con objetos pesados individuales.

En general, una carga apretada en el interior del contenedor no requerirá de una restricción adicional, pudiéndose emplear, para apretar la carga, bolsas inflables que eviten de manera efectiva el movimiento de las cargas en el interior de los contenedores.

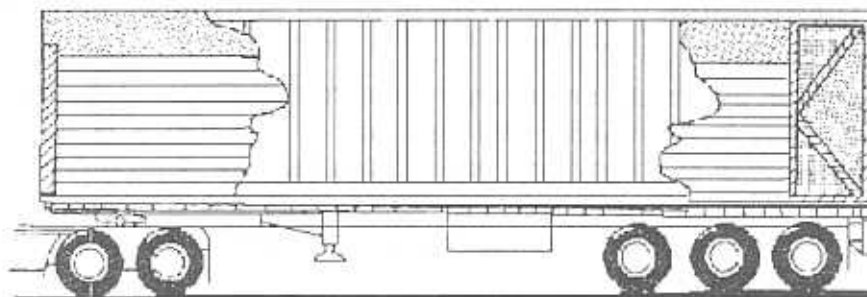


Figura 49. Restricciones adicionales en el interior de un contenedor.

### 5.9.2 Contenedores equipados con esquineros

La mayor parte de los contenedores están diseñados para su transporte marítimo y terrestre. Por tierra mediante ferrocarril o camiones. Este tipo de contenedor está equipado con "esquineros" (*corner castings*), los cuales están diseñados para interconectarse con sus contrapartes, los "seguros de giro" (*twist-locks*). Ambos dispositivos deberán satisfacer los requerimientos de la Norma Internacional ISO 1496, pudiendo ser utilizados tanto para levantar al contenedor como para sujetarlo a las plataformas para su transporte (Figura 50).



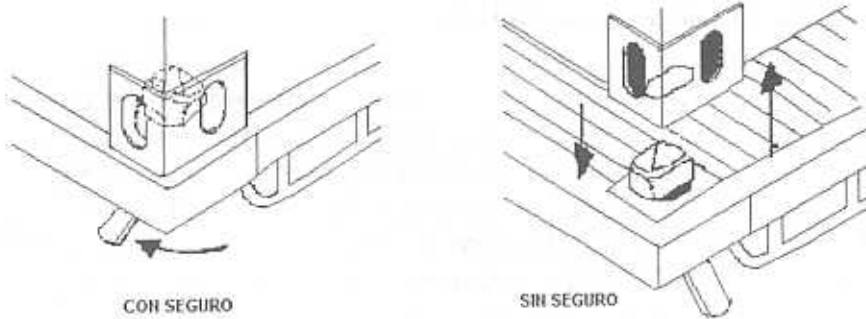


Figura 50. "Esquineros" (*corner castings*) y "seguros de giro" (*twist-locks*) de los contenedores.

Para su transporte, todos los contenedores deberán sujetarse por medio de cuatro seguros de giro, debiéndose bloquear cada uno de éstos antes de iniciar el trayecto. Es importante enfatizar que los rieles flexibles, los ganchos, los receptáculos para redilas o postes, los amarres y en general todos los equipos de sujeción que se utilizan en los vehículos de carga general, NO SON LO SUFICIENTEMENTE ROBUSTOS como para restringir el movimiento de contenedores cargados al cien por ciento.

### 5.9.3 Interconexión entre el contenedor y la base

Mediante el empleo de seguros de giro dobles (Figura 51), tanto las plataformas porta-contenedores (bases para el transporte de contenedores equipadas con las cavidades para alojar seguros de giro), como los contenedores de plataforma ajustable y de poca altura pueden, al estar vacíos, apilarse y sujetarse para su transporte. Para este fin también pueden emplearse conexiones con cerrojo, siempre y cuando estas conexiones sean parte integral de la estructura.

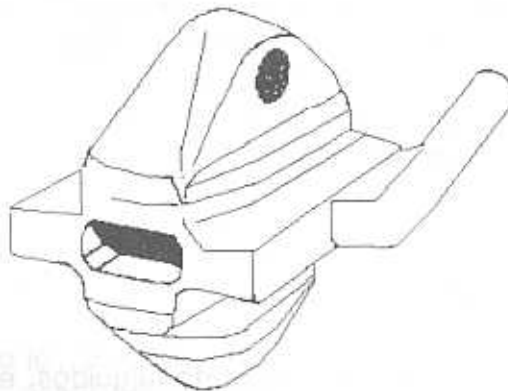


Figura 51. "Seguro de giro" doble.

### 5.9.4 Contenedores marítimos modificados

Podrán ser transportados sobre vehículos que no cuenten con seguros de giro, los contenedores marítimos vacíos que hayan sido desechados o modificados, y que por ello ya no cuenten con la Aprobación de Certificación Marina. Sin embargo, en términos generales, las prácticas que a continuación se describen NO SE RECOMIENDAN y poco a poco deberán desaparecer hasta hacer OBLIGATORIO el uso de seguros de giro. Así, usando amarres completamente tensados, el movimiento de estos contenedores vacíos podrá restringirse por fricción (Figura 52), pudiendo ser colocados sobre plataformas que tengan piso de madera, hule u otro material de fricción, pero jamás directamente sobre una plataforma que tenga piso de metal, o sobre los rieles de defensa.

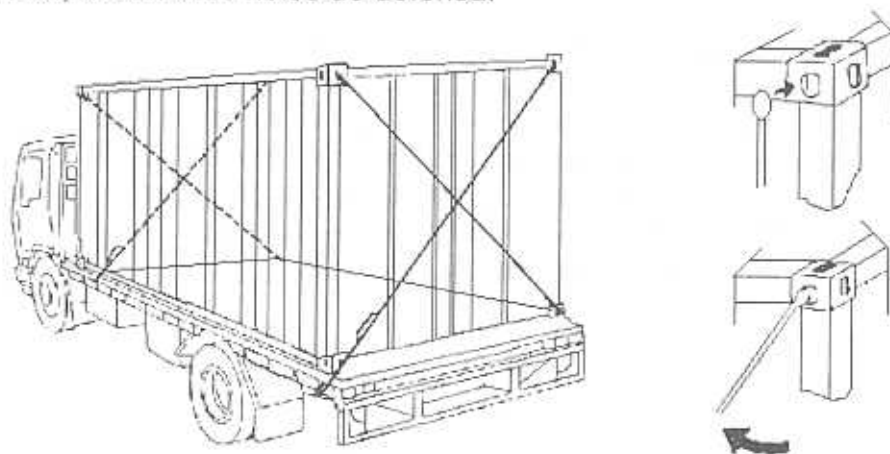


Figura 52. Contenedor vacío "descontinuado", sujeto con amarres adicionales.

Respecto al transporte de estos contenedores vacíos sobre plataformas, un extremo de los amarres deberá fijarse en cada uno de los esqueros de la parte superior del contenedor, siendo fijado al costado opuesto del vehículo el otro extremo de cada amarre, tensándolo completamente y teniendo cuidado en fijar correctamente los amarres a los esqueros de la parte superior del contenedor. Para facilitar esta fijación podrán utilizarse conectores rígidos fabricados especialmente para este propósito (Figura 52). Se requerirá que, como mínimo, sean colocados cuatro amarres en diagonal como los descritos, dos en cada extremo del contenedor, debiendo tener cada uno una capacidad mínima marcada por el fabricante de 2 T.

### 5.9.5 Tanques-contenedor

La estabilidad de los vehículos que transportan líquidos, especialmente aquellos que transportan materiales peligrosos en tanques-contenedor, constituye un problema muy importante de seguridad en las carreteras. De acuerdo con esto, al estar cargados, los tanques-contenedor deberán transportarse en camas bajas (*low boys*) (Figura 53). En esta figura, la altura (A) de la plataforma, que va de la

carretera hasta la parte inferior de los esquineros del contenedor, no deberá ser mayor de 110 cm, medida esta altura cuando el contenedor se encuentre cargado a su máxima capacidad.

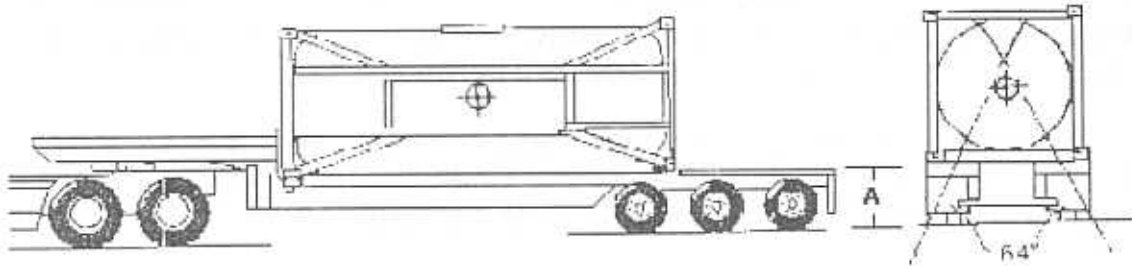


Figura 53. Tanque-contenedor sobre una cama baja.

### 5.9.6 Tanques rígidos y sus bastidores especiales

A causa de su tamaño y peso, el movimiento de los contenedores y tanques grandes es difícil de restringir empleando únicamente amarres. Debido a ello, estos tanques deberán equiparse con bastidores especiales para su anclaje y dispositivos de cierre seguro, tales como prensas o cerrojos de seguridad.

En la figura 54 se muestra un pequeño tanque rígido montado en un bastidor el cual tiene cuatro esquineros tipo contenedor, sujeto al camión mediante seguros de giro.



Figura 54. Tanque rígido sujeto con seguros de giro.

Evidentemente, cuando los contenedores y los tanques rígidos cuenten con tales conectores especiales, éstos deberán utilizarse siempre que sea posible. Como una alternativa, y para permitir el que se puedan fijar al vehículo mediante amarres, los contenedores especiales, las plataformas planas y los tanques rígidos podrán equiparse con puntos de sujeción apropiados, tales como argollas u orejas.

### 5.9.7 Tanques flexibles

Los tanques flexibles son contenedores especiales que podrán ser utilizados para el transporte de productos líquidos NO PELIGROSOS. Por lo general, estos tanques están hechos de hule reforzado y, cuando están vacíos, pueden enrollarse y reducir el espacio requerido para transportarlos.

Atendiendo a sus características constructivas y al fluido que contienen, el método de sujeción de los tanques flexibles deberá tomar en cuenta su poca rigidez, así como los efectos dinámicos del oleaje durante el trayecto.

Los efectos del oleaje podrán minimizarse si el tanque es llenado hasta la capacidad especificada por el fabricante y si además son eliminadas las bolsas de aire y el tanque es sujetado firmemente al vehículo. Cuando sea posible, con objeto de reducir el oleaje, deberán usarse dos tanques más pequeños en lugar de uno grande.

Durante su transporte, el movimiento del tanque podrá evitarse sujetándolo al interior de un contenedor o a la caja del vehículo, siempre y cuando se usen amarres sujetos a los puntos de anclaje apropiados.

Los puntos de sujeción para los amarres, tanto en los contenedores como en los vehículos, deberán tener una capacidad de carga mínima de 2 T, y deberán estar espaciados a un máximo de 1.5 m a lo largo de la longitud del tanque.

En la sujeción de los tanques flexibles, los amarres empleados deberán tener una capacidad mínima marcada por el fabricante de 2 T. Al usar cadenas deberán colocarse, entre éstas y el tanque, elementos protectores que minimicen los daños por abrasión.

En la Tabla 9 se muestra el número mínimo de amarres de 2 T requeridos, en función de la suma del peso del tanque más la del líquido contenido.

Ya sea en forma de abrazaderas individuales o como una red tejida, los amarres podrán colocarse sobre los tanques flexibles. Como abrazaderas individuales, los amarres deberán partir de un punto de fijación en un costado del vehículo, pasar por encima y dar una vuelta completa alrededor del tanque, para finalmente bajar al punto de fijación opuesto en el otro costado del vehículo (Figura 55).

Con objeto de contrarrestar los efectos del oleaje del líquido, que provocan las mayores fuerzas durante el frenado, los amarres deberán espaciarse a una distancia menor en la parte delantera del tanque (Figura 56).

Las redes tejidas que se utilicen para restringir el movimiento de los tanques flexibles deberán sujetarse por medio de la combinación apropiada de cuerdas, bandas y cadenas.

SUMA DEL PESO DEL TANQUE Y DEL LIQUIDO (en T)	NUMERO MINIMO DE AMARRES
0.00-1.99	3
2.00-3.99	4
4.00-5.99	5
6.00-7.99	6
8.00-9.99	7
10.00-11.99	8
12.00-139.99	9
14.00-15.99	10
16.00-17.99	11
18.00-19.99	12

Tabla 9. Número mínimo de amarres de 2 T, empleados para restringir el movimiento de tanques flexibles.

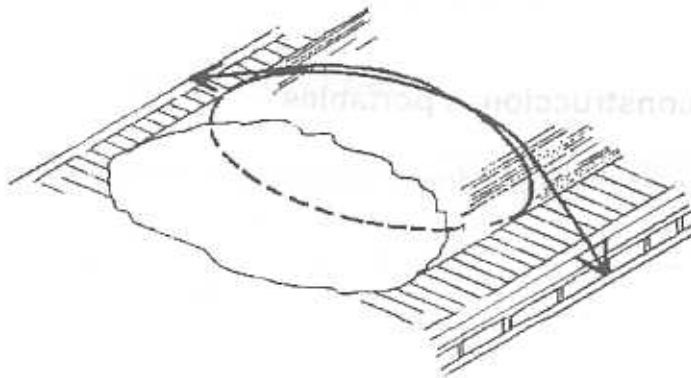


Figura 55. Colocación de amarres a manera de abrazaderas individuales.

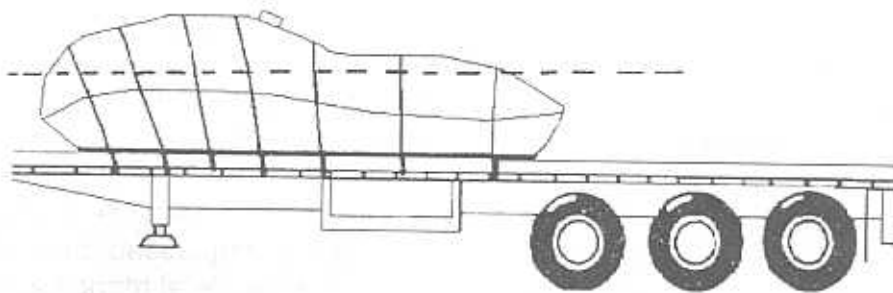


Figura 56. Oleaje del líquido durante el frenado.

La red tejida deberá sujetarse a intervalos regulares en los puntos de sujeción del vehículo. En caso de que no existan puntos de sujeción firmes en el vehículo, la red deberá sujetarse, tanto en las partes delantera como trasera del tanque, a vigas o cadenas sujetas transversalmente al vehículo (Figura 57).

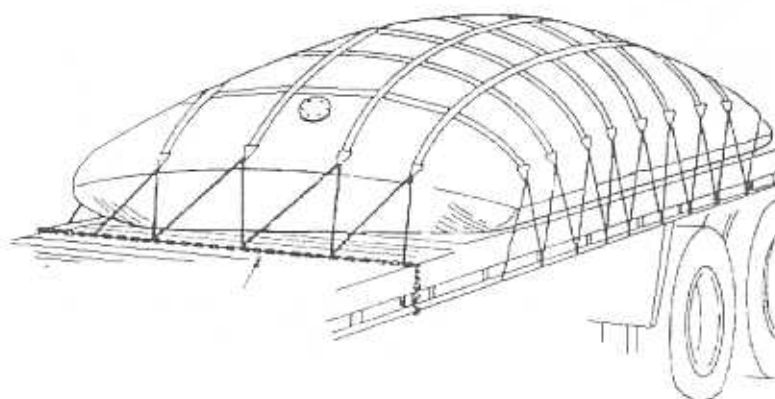


Figura 57. Red tejida sujeta a cadena transversal.

### 5.9.8 Casas o construcciones portables

Por lo general, las partes superiores de la mayoría de las construcciones o casas portables (utilizadas por lo común como sitios de alojamiento temporal) no son lo suficientemente fuertes como para que a ellas sean fijados los amarres. Sin embargo, si estas construcciones se colocan sobre un marco rígido que incluya dos patines de acero, éstos podrán utilizarse como puntos de sujeción.

Con objeto de evitar el deslizamiento hacia atrás o hacia los costados, la construcción portable deberá inmovilizarse en forma directa. Esto se podrá lograr fijando amarres directamente a los patines, orientados hacia la parte delantera y trasera del vehículo.

Para restringir su movimiento hacia el frente, la construcción portable deberá asegurarse a la cabecera. Cuando la plataforma del vehículo sea más larga que la construcción portable, y con objeto de impedir el movimiento hacia delante, los amarres traseros deberán colocarse atirantados hacia atrás.

Así, en cada punto de fijación de la construcción o casa portable deberá fijarse y tensarse un sujetador (Figura 58), debiendo ser la capacidad marcada por el fabricante para cada uno de los sujetadores empleados, de al menos 2 T.

Debido a la poca altura de los patines, que provoca que el ángulo máximo al que pudieran fijarse sería menor del mínimo recomendado ( $30^\circ$ ), no deberán utilizarse amarres para proporcionar fuerza hacia abajo.



Figura 58. Sujeción de una construcción casa portable.

## 5.10 Vehículos y equipos móviles

Esta sección incluye recomendaciones específicas para inmovilizar vehículos y equipos móviles (maquinaria pesada o de construcción), al ser transportados en otro vehículo. Estos vehículos y equipos a ser transportados pueden estar equipados con ruedas u orugas, pudiendo variar considerablemente tanto sus dimensiones como su peso. Así, mientras que los vehículos y equipos pequeños podrán transportarse en vehículos para carga en general, los equipos grandes y pesados deberán transportarse en vehículos especiales tipo cama baja y tener puntos de sujeción reforzados.

Es importante señalar que puede ser extremadamente pequeña la fricción entre las superficies de contacto involucradas, esto es, las de las máquinas (ruedas u orugas) y las de las plataformas de los vehículos, especialmente si cualquiera de estas superficies está mojada o grasosa. Por lo tanto, la inmovilización de estos equipos deberá realizarse, en la medida de lo posible, combinando la sujeción directa (por medio de amarres) con otra que asegure a los equipos a la estructura del vehículo.

No obstante que los requerimientos generales expuestos en este capítulo son aplicables, no se incluirán aquí todos los aspectos del transporte de equipos que presentan exceso de dimensiones y de peso.

### 5.10.1 Acomodo de la carga

La carga deberá acomodarse sobre el vehículo de transporte de tal forma que ni se excedan los pesos autorizados por eje, ni se afecte sensiblemente la estabilidad y la facilidad de manejo del vehículo.

Con objeto de garantizar que el centro de gravedad de la carga se encuentre lo más bajo posible y obtener así la máxima estabilidad del vehículo, las partes de mayor tamaño de los equipos a ser transportados deberán transportarse sobre vehículos especiales tipo cama baja.

La altura máxima de la carga deberá estar dentro de los límites autorizados y deberá ser menor que la de los potenciales obstáculos que se pudieran encontrar en el camino, tales como puentes, cableados aéreos, etc.

### 5.10.2 Requerimientos para los equipos a ser transportados

Con objeto de evitar cualquier daño que pudiera ocurrir por la aplicación de métodos no adecuados, se recomienda obtener y seguir las recomendaciones que para su transporte y sujeción proporcionen los fabricantes de los vehículos y equipos a ser transportados.

Debido a que su movimiento independiente puede causar accidentes, además de cuidar la sujeción de la carga en su conjunto, ciertas partes de algunos equipos deberán sujetarse en forma individual (el brazo de una excavadora por ejemplo). Por consiguiente, para impedir su movimiento vertical, especialmente al recorrer caminos accidentados tales como terracerías, los cucharones, cuchillas y cortadores (*rippers*) de los equipos transportados deberán apoyarse directamente sobre la plataforma del vehículo.

En el caso de máquinas articuladas, deberán usarse dispositivos que bloqueen el movimiento de la articulación y deberá liberarse la presión residual del sistema hidráulico al accionar, por lo menos en dos ocasiones con el motor apagado, los controles de la dirección.

Al sujetar los vehículos y equipos para su transporte, los frenos de estacionamiento deberán permanecer aplicados y seguir con rigor las indicaciones que el fabricante señale respecto a la posición que deberán tener los controles de la transmisión.

Asimismo no deberán dejarse sobre los vehículos y equipos, objetos sueltos que pudieran mover los controles durante el trayecto.



Los tanques de combustible de los vehículos y equipos que operen con motores a gasolina o diesel, deberán contener sólo el combustible necesario para operar durante las maniobras de carga y descarga.

Como resultado de los movimientos de rebote de los vehículos o equipos pesados sobre sus llantas y suspensiones, durante el trayecto es posible que se desarrollen fuerzas dinámicas de consideración en los amarres.

El movimiento de rebote podrá reducirse mediante el uso de amarres verticales adicionales en cada una de las ruedas. Estos amarres deberán tener una capacidad marcada por el fabricante de por lo menos la mitad del peso de la carga y deberán tensarse completamente.

También, el movimiento de rebote podrá ser eliminado ya sea mediante la aplicación de dispositivos de bloqueo de la suspensión o al descansar la máquina sobre soportes o calzas, o al quitar las ruedas. Para evitar que los soportes de madera puedan ser expulsados a causa de la flexión del camión o remolque, en algunos casos uno de los extremos de la máquina podrá dejarse suelto.

Cuando los equipos transportados tengan un ancho mayor a los 2.5 m deberá usarse una cama baja ensanchada o, al menos, equipada con salientes o extensiones que permitan obtener el máximo soporte. Al respecto, por lo menos el 75% del área de contacto normal de las llantas u orugas deberá apoyarse sobre la plataforma del vehículo. La llanta u oruga volada no deberá sobresalir más de 15 cm fuera de la plataforma del vehículo o de sus extensiones.

### **5.10.3 Puntos de sujeción de los equipos a ser transportados**

Con objeto de que puedan fijarse adecuadamente durante su transporte, los fabricantes de vehículos y equipos deberán dotarlos con puntos de sujeción apropiados.

Así, los enganches delantero y trasero son puntos de sujeción útiles. Al respecto, es importante señalar que para evitar los movimientos laterales, un amarre que pase alrededor del perno del enganche (Figura 59), no será tan efectivo como dos amarres independientes, enganchados al mismo perno (Figura 60).

Sin lugar a dudas, los amarres podrán colocarse más fácilmente al equipo a ser transportado, si éste cuenta con puntos de fijación especiales (Figura 61).

### **5.10.4 Resistencia de los amarres**

Cuando, con objeto de proporcionar una restricción del movimiento hacia adelante y hacia los costados, se coloquen cuatro amarres en diagonal, uno en cada

esquina del equipo y a un ángulo vertical de  $25^{\circ}$ , cada sujetador deberá tener una capacidad marcada por el fabricante de al menos dos terceras partes del peso del equipo móvil a ser transportado.

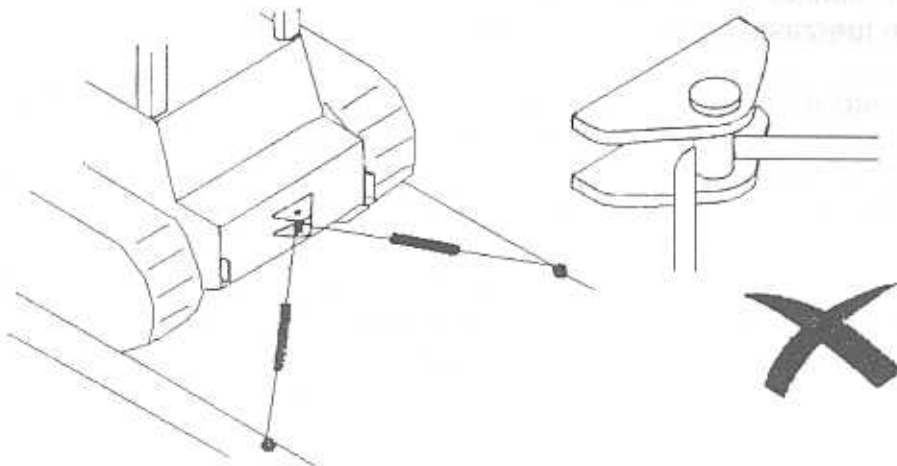


Figura 59. Sujetador sobre un perno de enganche.

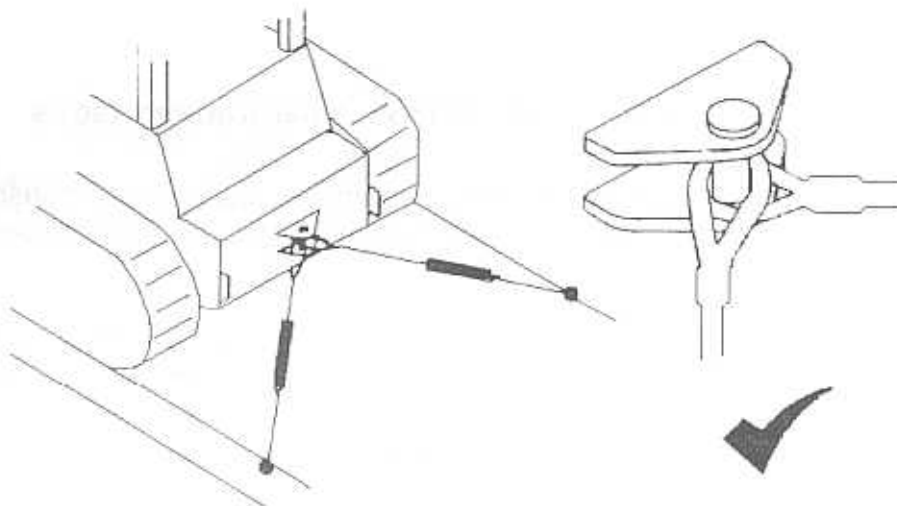


Figura 60. Dos amarres fijados a un perno de enganche.

Dada su baja resistencia, las cadenas de "transporte" no son apropiadas para la restricción directa del movimiento de equipo pesado. Por otro lado, las cadenas "Grado T" tienen una capacidad marcada por el fabricante mucho más alta, y deberán usarse para todos los equipos pesados de más de 10 T. La capacidad

marcada por el fabricante de la cadena de 1.6 cm "Grado T" para amarres puede ser hasta de 16 T.

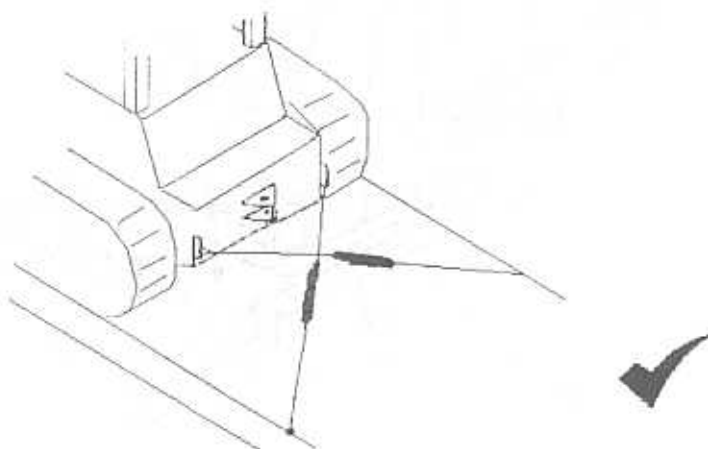


Figura 61. Utilización de puntos de anclaje especiales.

Las cadenas de "transporte" de 8 mm, de alta resistencia a la tensión, son las más comúnmente usadas. Estas cadenas tienen una capacidad mínima marcada por el fabricante de 2 T y, por lo tanto, sólo deberán usarse para sujetar vehículos y equipos móviles de hasta 4 T de peso. Este mismo tipo de cadena, con diámetros de 1 y 1.3 cm, será adecuado para sujetar equipos móviles cuyos pesos sean de hasta 6 T y 10 T, respectivamente.

Cuando los equipos transportados sean asegurados a la estructura del vehículo, o cuando la inmovilización por fricción sea significativa, por ejemplo, al colocar material ahulado intercalado o se utilicen llantas, la cantidad y resistencia requeridas para los amarres directos podrá reducirse, debiéndose determinar esta reducción mediante los cálculos y las pruebas pertinentes.

### 5.10.5 Métodos recomendados para la sujeción de equipos móviles y vehículos

En esta sección se describen algunas recomendaciones y ejemplos de métodos de sujeción a ser empleados durante el transporte de equipos móviles y vehículos. Cualesquiera cambios hechos a estos métodos podrán ser aceptados, siempre y cuando el comportamiento de las sujeciones resultantes satisfaga las condiciones y principios establecidos en esta guía.

#### 5.10.5.1 Sujeción de una excavadora

Al sujetar un excavadora a una plataforma de transporte, deberá tenerse especial cuidado en los siguientes seis puntos( Figura 62):

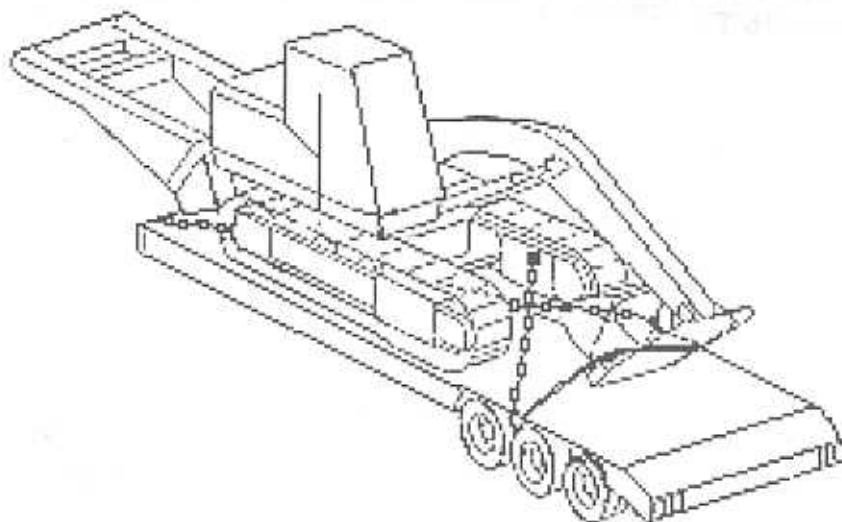


Figura 62. Sujeción de una excavadora.

- Cuando la distribución del peso así lo permita, coloque la excavadora sobre una cama baja, orientada con el brazo hacia atrás. Al respecto, deberá usarse una cama baja más ancha o equipada con extensiones, en caso de que el ancho total de las orugas sea mayor a 2.5 m, verificando siempre que la altura máxima no rebase los límites autorizados.
- Para impedir el movimiento de la máquina hacia delante, si así lo permite la distribución de peso, recargue las orugas contra el cuello de ganso de la cama baja. Para la inmovilización en esta dirección también podrán usarse amarres en diagonal, colocados sobre las orugas o en el enganche frontal.
- Impida el movimiento hacia atrás mediante el uso de amarres diagonales, fijados a las orugas o al enganche trasero del equipo transportado.
- Evite el movimiento hacia los costados utilizando los mismos amarres diagonales colocados para impedir el movimiento hacia adelante y hacia atrás. Para este mismo fin podrán usarse al menos dos estabilizadores de carga, acomodados contra las orugas a lo largo de cada costado.
- Deberá evitarse la rotación de la superestructura (parte superior de la excavadora) insertando el seguro de movimiento rápido y sujetando el cucharón o el extremo del mecanismo de inclinación.
- Los movimientos, tanto del brazo del mecanismo de inclinación como del cucharón, deberán impedirse colocando amarres sujetos directamente, ya sea al cucharón o al mecanismo de la articulación.

### 5.10.5.2 Sujeción de un traxcavo y un cargador frontal montados sobre orugas

Cuando se sujete un traxcavo o un cargador frontal sobre orugas, deberá tenerse especial cuidado en los siguientes puntos (Figura 63):

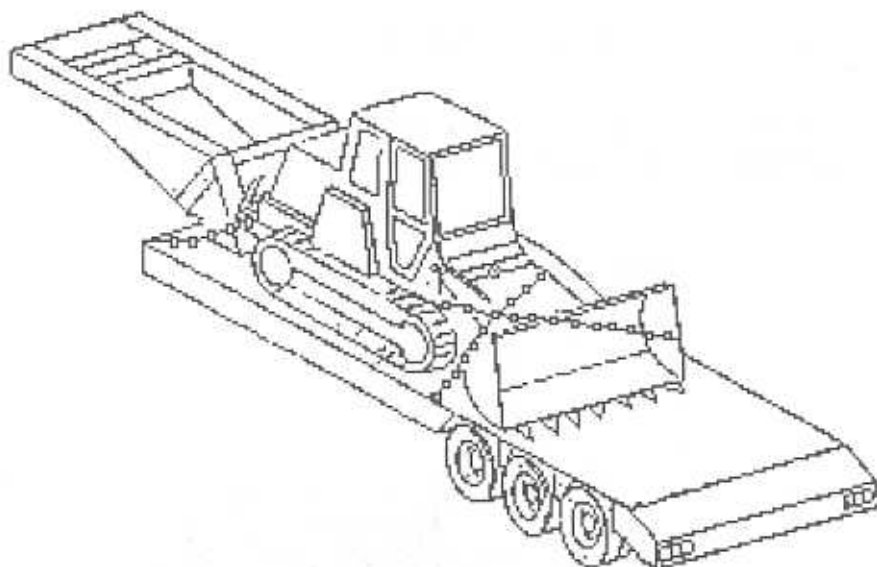


Figura 63. Sujeción de un traxcavo de orugas.

- Los equipos deberán colocarse sobre una cama baja, con la cuchilla o el cucharón hacia adelante o hacia atrás, según lo permita la distribución correcta del peso. Cuando el ancho total de las orugas sea mayor de 2.5 m, deberá usarse una cama baja más ancha o estar equipada con extensiones. La altura total deberá verificarse para que no rebase los límites autorizados.
- Cuando la maquinaria se coloque orientada hacia atrás, el movimiento hacia adelante deberá evitarse recargando las orugas o el bastidor de los cortadores contra el cuello de ganso de la cama baja (si la distribución de peso así lo permite). Para este fin, también podrán utilizarse amarres colocados en diagonal, fijados a los enganches o sobre las orugas.
- Cuando la maquinaria se coloque orientada hacia atrás, el movimiento en esa dirección deberá impedirse mediante el uso de amarres colocados en diagonal, fijados ya sea al enganche o sobre las orugas o caja de los cortadores.
- El movimiento lateral deberá impedirse con los mismos amarres diagonales usados para evitar el movimiento hacia adelante y hacia atrás. Este movimiento también podrá evitarse colocando por lo menos dos estabilizadores de carga contra las orugas, a lo largo de cada costado.

- La inmovilización de la cuchilla u hoja, del cucharón y de los cortadores, podrá efectuarse mediante amarres, ya sea que estén directamente sujetos o que pasen encima de cada uno de ellos.

### 5.10.5.3 Sujeción de un cargador frontal con ruedas

Cuando se sujete un cargador frontal con ruedas, deberá tenerse especial cuidado en los siguientes seis puntos (Figura 64):

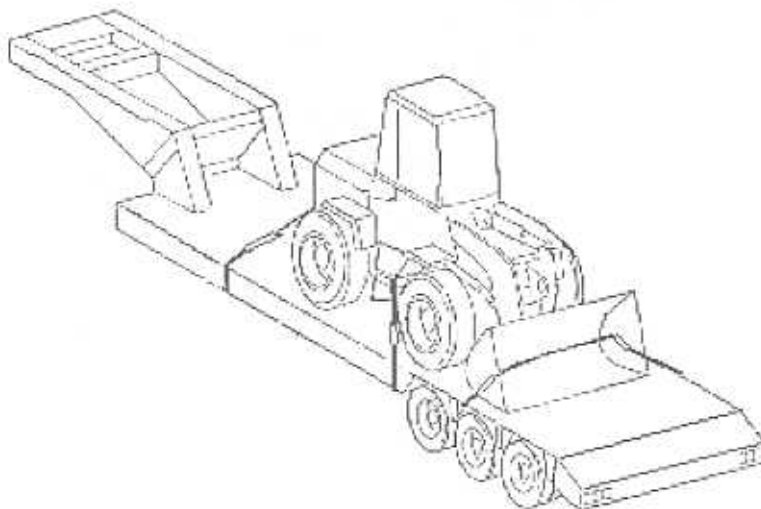


Figura 64. Sujeción de un cargador frontal con ruedas.

- Estos equipos deberán colocarse sobre una cama baja, con el cucharón orientado hacia atrás, según lo permita la distribución correcta del peso. Cuando el ancho total sea mayor de 2.5 m, deberá usarse una cama baja más ancha o deberá ser equipada con extensiones laterales. La altura total deberá verificarse para que no rebase los límites autorizados.
- Si la distribución de peso así lo permite, el movimiento hacia adelante deberá evitarse recargando la parte posterior de la máquina contra el cuello de ganso de la cama baja o mediante amarres diagonales colocados sobre el enganche frontal.
- Deberá impedirse el movimiento hacia atrás mediante el uso de amarres diagonales, colocados ya sea sobre el enganche posterior o sobre los puntos de fijación de la maquinaria.
- El movimiento lateral deberá impedirse mediante el uso de amarres diagonales independientes, fijados a los enganches o a los puntos de fijación. Si estos amarres diagonales son dimensionados adecuadamente,

podrán proporcionar también la inmovilización necesaria hacia delante y atrás.

- El movimiento de la articulación de la máquina deberá impedirse insertando el mecanismo de bloqueo y operando los controles con el motor apagado para asegurarse que la presión residual en el sistema hidráulico se haya eliminado.
- El movimiento del cucharón deberá impedirse aplicando amarres independientes.

#### 5.10.5.4 Sujeción de una motoconformadora

Cuando se sujete una motoconformadora para su transporte, deberá tenerse especial cuidado en los siguientes puntos:

- Según lo permita la distribución correcta del peso, deberá colocarse sobre una cama baja hacia adelante o hacia atrás. En caso de que el ancho total de la parte exterior de las ruedas sea mayor de 2.5 m deberá usarse una cama baja más ancha o deberá estar equipada con extensiones laterales. La altura total deberá verificarse para que no rebase los límites autorizados.
- Cuando la máquina se coloque orientada hacia atrás, el movimiento hacia adelante deberá evitarse recargando la máquina contra el cuello de ganso de la cama baja (cuando esto sea aplicable y la distribución de peso así lo permita) o por medio de amarres colocados en diagonal, ya sea sobre el eje delantero, sobre un enganche o sobre los puntos de fijación de la máquina.
- Cuando la maquinaria se coloque orientada hacia atrás, el movimiento en esa dirección deberá impedirse por medio de amarres colocados en diagonal, ya sea sobre un eje, sobre un enganche o sobre los puntos de fijación de la máquina.
- El movimiento lateral deberá impedirse empleando los mismos amarres en diagonal utilizados para evitar el movimiento hacia adelante y hacia atrás.
- El movimiento de la articulación de la máquina deberá impedirse insertando el mecanismo de bloqueo y operando los controles con el motor apagado para asegurarse que la presión residual en el sistema hidráulico se haya eliminado.
- La cuchilla u hoja podrá inmovilizarse haciéndola descansar sobre una base de madera y aplicándole amarres independientes.

#### 5.10.5.5 Sujeción de una aplanadora o compactadora

Cuando se sujete una aplanadora o compactadora para su transporte, deberá tenerse un cuidado especial en los siguientes puntos (Figura 65):



Figura 65. Sujeción de una aplanadora o compactadora.

- Según lo permita la distribución correcta del peso, estas máquinas deberán colocarse sobre una cama baja o sobre una plataforma, orientadas ya sea hacia adelante o hacia atrás. La altura total deberá verificarse para que no se rebasen los límites autorizados.
- Cuando la distribución del peso así lo permita, deberá evitarse el movimiento hacia adelante recargando la máquina contra el cuello de ganso de la cama baja o contra la cabecera del vehículo de plataforma. Sin embargo, esta restricción podrá obtenerse por medio de amarres colocados diagonalmente, fijados ya sea al enganche frontal o a los puntos de fijación de la máquina.
- El movimiento hacia atrás deberá impedirse mediante el uso de amarres colocados en diagonal, sujetos ya sea al enganche posterior o a los puntos de fijación de la máquina.
- El movimiento lateral deberá impedirse usando los mismos amarres diagonales empleados para evitar el movimiento hacia adelante y hacia atrás, aunque también podrá evitarse este movimiento mediante la colocación de por lo menos dos estabilizadores de carga (estacas o topes), en conjunto con vigas de madera colocadas contra cada rodillo y en ambos costados.
- El movimiento de la articulación de la máquina deberá impedirse insertando el mecanismo de bloqueo y operando los controles con el motor apagado



para asegurarse que la presión residual en el sistema hidráulico se haya eliminado.

#### 5.10.5.6 Sujeción de un montacargas

Cuando se sujete un montacargas deberá tenerse un especial cuidado en los siguientes puntos (Figura 66):

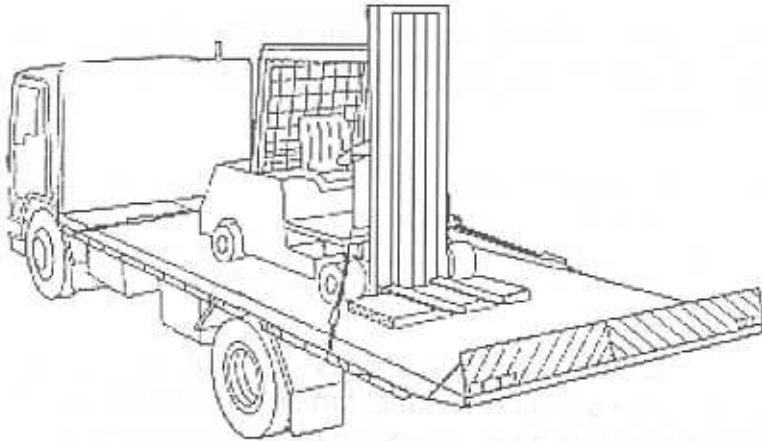


Figura 66. Sujeción de un montacargas.

- Teniendo cuidado de mantener una correcta distribución del peso, estos equipos deberán colocarse sobre una cama baja o sobre una plataforma, orientados hacia atrás. La altura total deberá verificarse para que no rebase los límites autorizados. En caso necesario, deberá desmontarse la torreta de izaje.
- Cuando la distribución del peso así lo permita, el movimiento hacia adelante deberá evitarse ya sea recargando al equipo contra el cuello de ganso de la cama baja o contra la cabecera del vehículo; o por medio de amarres diagonales, ya sea que estén sujetos a los puntos de anclaje de la máquina o que pasen alrededor de la parte posterior de la torreta de izaje.
- El movimiento hacia atrás deberá impedirse mediante el uso de amarres diagonales, sujetos al punto de enganche posterior o alrededor de la parte frontal de la torreta de izaje.
- El movimiento lateral deberá impedirse con los mismos amarres diagonales que se utilicen para evitar el movimiento hacia adelante y atrás.
- Durante el transporte, el movimiento de los mecanismos de la dirección y de izaje deberá impedirse insertando el mecanismo de bloqueo correspondiente, operando los controles con el motor apagado para

asegurar que la presión residual en el sistema hidráulico se haya eliminado. Las uñas del montacargas deberán bajarse completamente sobre una base de madera colocada sobre la plataforma.

#### 5.10.5.7 Sujeción de automóviles

Los automóviles pueden transportarse ya sea en vehículos diseñados para el transporte especializado de automóviles o en vehículos para carga general.

Antes de sujetarse el o los automóviles al vehículo, deberá verificarse que la altura total de la carga no rebase los límites autorizados, particularmente cuando se transporten camionetas.

A este respecto, la mayor parte de los vehículos a ser transportados cuentan con soportes o argollas inferiores para permitir la colocación de amarres que impidan los movimientos de los vehículos. Algunos de estos soportes están diseñados para colocar amarres verticales cortos, especiales para transportar automóviles.

En el caso de que los soportes disponibles no sean adecuados, los amarres podrán sujetarse a los ejes o a las ruedas, teniendo cuidado de no dañar tuberías o mangueras, pertenecientes a los frenos o a otros componentes.

Con objeto de restringir el movimiento del vehículo en dirección hacia atrás, hacia adelante y hacia los costados, los amarres deberán colocarse diagonalmente en cada esquina del vehículo y deberán tensarse a un ángulo tal hacia abajo que permita restringir también el movimiento vertical. El pasar cuerdas alrededor de la parte superior de cada una de las ruedas del automóvil ( Figura 67 ), también proporciona una restricción efectiva del movimiento del vehículo a ser transportado.

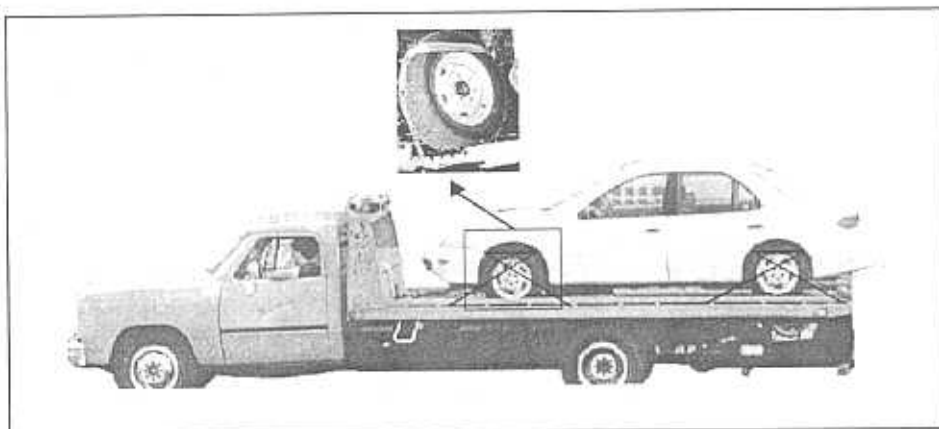


Figura 67. Sujeción de automóviles.

Con objeto de lograr una inmovilización efectiva de los automóviles a ser transportados, los amarres de las ruedas deberán usarse junto con pares de cuñas, las cuales, no obstante que deberán sujetarse firmemente al vehículo de transporte, habrán de permitir que una vez removidas tanto las cuerdas como las cuñas, él o los vehículos se puedan descargar de manera segura y rápida.

Los malacates empleados para subir y bajar los automóviles no deberán usarse para sujetarlos, a menos que tengan algún mecanismo de bloqueo positivo.

Es importante señalar que deberán seguirse estrictamente las recomendaciones que para su transporte definan los fabricantes de los automóviles a ser transportados, así como emplear los amarres y los malacates con que estén equipados los vehículos de transporte. Aún en el caso de que se emplee un vehículo de transporte de diseño específico para este fin, ningún automóvil deberá transportarse sin que esté firmemente sujeto y deberán seguirse las recomendaciones que indique el fabricante del vehículo por cuanto a la posición de las palancas de velocidades, tanto para transmisiones automáticas como estándar.

#### 5.10.5.8 Sujeción de casas móviles y remolques pequeños

Las casas móviles deberán transportarse en vehículos diseñados específicamente para ese fin o sujetarse firmemente a vehículos de carga en general. En el primer caso, los amarres y malacates con los que estén equipados estos vehículos deberán emplearse según lo especifique el fabricante.

Cuando se utilicen vehículos diseñados especialmente para este fin, las operaciones para subir y bajar la carga deberán efectuarse empleando los conjuntos de amarres y malacates con los que estén equipados estos vehículos.

Con objeto de no rebasar los límites autorizados, antes de sujetar la carga, deberá verificarse la altura total de ésta y, de ser necesario, deberá utilizarse un vehículo tipo cama baja.

Si las casas móviles son transportadas en vehículos de carga en general, deberán sujetarse en al menos tres puntos, esto es, en el extremo de la barra de tiro y en cada costado, ya sea en las ruedas o en los ejes (Figura 68 ). La barra de tiro de la casa móvil deberá colocarse hacia atrás, rebasando ligeramente la parte posterior de la plataforma.

El extremo de la barra de tiro deberá sujetarse vertical y lateralmente por medio de amarres colocados en diagonal, orientados hacia la parte posterior del vehículo.

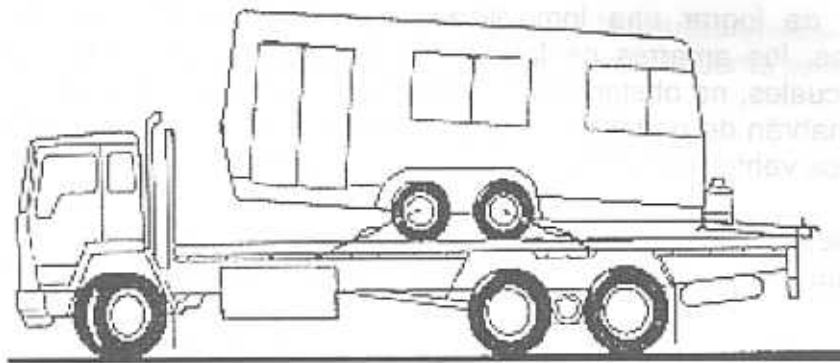


Figura 68. Sujeción de una casa móvil.

En caso de que la barra de tiro no sea colocada orientada hacia la parte posterior del vehículo, la casa móvil deberá elevarse ligeramente, mediante un bastidor o una base de madera, con objeto de que el ángulo que formen los elementos de sujeción (cadenas o cuerdas) hacia abajo, sea lo suficientemente grande como para asegurar una restricción efectiva del movimiento. Según se aprecia en la Figura 68, para evitar el movimiento de la carga en todas direcciones (hacia atrás, adelante, hacia los costados y hacia arriba), se requiere colocar amarres independientes en cada rueda o eje, orientados diagonalmente y en direcciones opuestas.

De esta manera, dos amarres independientes deberán sujetarse a cada costado, ya sea sujetos a los ejes o a las ruedas, y deberán colocarse diagonalmente en direcciones opuestas con objeto de proporcionar restricción del movimiento en todas direcciones (hacia adelante, hacia atrás, hacia los costados y hacia arriba).

Es importante señalar que si los amarres son sujetos a los ejes, deberá verificarse que estos amarres no dañen a las tuberías o mangueras de los frenos u otros componentes, siendo adecuado para esta sujeción el uso de cadenas y gatas (tensores tipo palanca). Para evitar su movimiento a causa de la vibración, las ruedas de la casa móvil deberán bloquearse por medio de cuñas que estén rígidamente unidas a la plataforma.

Con objeto de proporcionar una sujeción efectiva, los amarres para las ruedas podrán usarse en combinación con cuñas, las cuales deberán quedar sujetas para evitar que se caigan del vehículo a causa de la vibración. Al respecto, las cuerdas colocadas alrededor de la parte superior de cada una de las ruedas pueden proporcionar una forma efectiva para la restricción del movimiento (ver Figura 67).

En general, cuando los remolques, y esto incluye a las casas móviles, se transporten por caminos difíciles (terraceras o pavimentos en muy mal estado), su suspensión deberá bloquearse con objeto de evitar el rebote excesivo del remolque sobre la misma.

En todo caso, antes de sujetar la carga, deberá verificarse que la altura total del conjunto a transportar no rebase los límites autorizados, ya sea que se emplee un vehículo estándar o uno tipo cama baja.

En el caso del transporte de remolques para lanchas, lo anteriormente descrito para las casas móviles es aplicable, aparte de tener que sujetar firmemente la lancha al remolque mediante la colocación de un amarre tipo banda sobre la popa y una cadena de seguridad desde el malacate del remolque hasta la proa de la lancha.



## 6. Lo que se debe hacer y lo que no se debe hacer

---

En esta sección se presenta una lista de recomendaciones acerca de prácticas recomendadas que permitirán asegurarse que la carga sea transportada de manera segura. Esta serie de recomendaciones se dirigen al lector, como lo que debe y no debe hacerse.

- Asegúrese tanto que el compartimiento de carga del vehículo seleccionado para efectuar el transporte, como las condiciones de la plataforma de éste, sean las correctas para el tipo y tamaño de la carga.
- Confirme el peso de la carga a ser transportada.
- Analice la posición de la carga en el vehículo.
- Analice la posición de la carga una vez que sea efectuada una carga o descarga parcial del vehículo.
- Distribuya la carga a lo largo de todo el vehículo.
- Asegúrese que cuenta con los amarres suficientes, así como que éstos están en buenas condiciones y que son lo suficientemente resistentes como para asegurar efectivamente la carga.
- Verifique que los amarres que ejerzan fuerza hacia abajo sean colocados tan verticalmente como sea posible.
- Asegúrese que no sean colocados verticalmente los amarres directos que sujetan carga con ruedas.
- Sujete los amarres a los puntos de fijación del riel del vehículo.
- Use cuñas y calzas para bloquear la carga.
- Asegúrese que la carga suelta no pueda caerse o volarse del vehículo.
- Use un vehículo lo suficientemente fuerte como para resistir el trabajo a ser efectuado.
- Tenga en cuenta que el tamaño, naturaleza y posición de la carga afectará el manejo de su vehículo.

- Recuerde que las cargas pueden asentarse y moverse durante su traslado, causando con ello que los amarres se aflojen.
- Inspeccione cuidadosamente la carga antes de iniciar el recorrido.
- Verifique, durante el trayecto y periódicamente, la posición de la carga, aprovechando las paradas de rutina para revisar tanto las llantas como la sujeción de la carga.
- Verifique el estado de sujeción de la carga cada vez que retire o adicione objetos a la misma durante el trayecto.
- Revise la sujeción de la carga después de paradas de emergencia o de alguna maniobra excesivamente rápida.
- NO use equipo en mal estado.
- NO coloque cadenas o redes entre los puntos de soporte de los rieles del vehículo.
- NO sujete cargas en plataformas de acero que estén sucias o grasosas.
- NO empuje ni se pare sobre un perno de seguridad.
- NO sobrecargue el vehículo o cualquier eje individual.
- NO cargue su vehículo muy alto.
- NO reduzca el peso en el eje direccional poniendo la carga muy atrás.
- NO permita que la carga se recargue contra la cabina o que sobresalga del vehículo.
- NO mueva el vehículo si cualquier parte de la carga no está correctamente sujeta.
- NO se arriesgue.



CIUDAD DE MEXICO

Av. Popocatepetl 506 B  
Xoco-Benito Juárez  
03330 México, D.F.  
Tels. 5 688 76 29  
5 688 76 03  
Fax. 5 688 76 08

SANFANDILA

Km. 4+000, Carretera  
Los Cues-Galindo  
76700 P. Escobedo, Qro.  
Tels. (42) 16 97 77  
16 96 46  
16 95 97  
Fax. (42) 16 96 71  
Internet <http://www.imt.mx>